



**SKRIPSI – TK141581**

**ANALISA CADANGAN DAN KETAHANAN  
ENERGI NASIONAL SEBAGAI EVALUASI  
KESIAPAN INDONESIA DALAM  
MENGHADAPI TANTANGAN MEA 2015**

**Oleh :**

**Hadi Wiratama  
NRP 2311 100 114**

**Hezron Yerido  
NRP 2311 100 171**

**Dosen Pembimbing**

**Prof. Dr. Ir. Gede Wibawa, M.Eng  
NIP. 19758 06 12 1984 03 1003**

**Dr. Ir. Kuswandi, DEA  
NIP. 1963 01 22 1987 01 1001**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2015**



**FINAL PROJECT – TK141581**

**ANALYZING OF INDONESIA'S RESOURCES AND  
ENERGY SECURITY AS AN EVALUATION IN  
FACING THE CHALLENGE OF AEC 2015**

**By :**

**Hadi Wiratama  
NRP 2311 100 114**

**Hezron Yerido  
NRP 2311 100 171**

**Advisor :**

**Prof. Dr. Ir. Gede Wibawa, M.Eng  
NIP. 19758 06 12 1984 03 1003**

**Dr. Ir. Kuswandi, DEA  
NIP. 1963 01 22 1987 01 1001**

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA CADANGAN DAN KETAHANAN ENERGI NASIONAL SEBAGAI EVALUASI INDONESIA DALAM MENGHADAPI TANTANGAN MEA 2015

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik  
Kimia  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Hadi Wiratama**  
**Hezron Yerido**

**NRP : 2311 100 114**

**NRP : 2311 100 171**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Gede Wibawa, M. Eng ..... (Pembimbing I)
2. Dr. Ir. Kuswandi, DEA ..... (Pembimbing II)
3. Prof. Ir. Renanto, M.S. Ph.D. .... (Penguji I)
4. Dr. Ir. Sumarno, M.Eng ..... (Penguji II)
5. Dr. Kusdianto, S.T., M.Sc.Eng ..... (Penguji III)



Surabaya  
Juli, 2015

# **ANALISA CADANGAN DAN KETAHANAN ENERGI NASIONAL SEBAGAI EVALUASI KESIAPAN INDONESIA DALAM MENGHADAPI TANTANGAN MEA 2015**

**Nama : Hadi Wiratama (2311 100 114)**  
**Hezron Yerido (2311 100 171)**  
**Jurusan : Teknik Kimia ITS**  
**Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Gede Wibawa, M.Eng**  
**Dr. Ir. Kuswandi, DEA**

## **ABSTRAK**

Ketahanan energi telah menjadi salah satu hal yang krusial di dunia dan setiap negara memiliki definisi masing-masing untuk mengukur ketahanan energinya. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengukur dan melihat ketahanan energi Indonesia secara kuantitatif dengan membandingkannya dengan negara-negara lain serta menghasilkan beberapa rekomendasi yang terkait untuk meningkatkan ketahanan energi Indonesia. Data-data yang diperoleh dari berbagai sumber akan dibuat menjadi sebuah database kemudian divalidasi. Parameter ketahanan energi ini (*Primary Energy mix, TPES/capita, FEC/capita, Self Sufficiency, Refining capacity, Overseas Energy Resources, Resources diversification*) adalah acuan yang dipakai untuk menghasilkan suatu analisa atau evaluasi pengelolaan energi nasional. Dibandingkan dengan 10 negara, yaitu USA, Jerman, Rusia, Inggris, Jepang, China, Korsel, Singapura, Thailand, India, dan Malaysia didapatkan bahwa Indonesia berada di tingkat terbawah, di mana USA memiliki indeks terbesar sebesar 3.36. Dari hasil analisa, Indonesia memiliki performa tertinggal di tiga parameter yaitu *Primary energy mix, TPES/capita, dan Refining capacity*. Keadaan ini menandakan bahwa Indonesia perlu suatu strategi khusus mengenai pengelolaan energi untuk bisa memenuhi permintaan energi nasional.

**Kata kunci :** Energi, Neraca Energi, Ketahanan Energi, Indeks, Indonesia

# **ANALYZING OF INDONESIA'S ENERGY RESOURCES AND SECURITY AS AN EVALUATION TO FACE THE CHALLENGES OF AEC 2015**

**Name** : Hadi Wiratama (2311 100 114)  
Hezron Yerido (2311 100 171)  
**Department** : Chemical Engineering - ITS  
**Advisor** : Prof. Dr. Ir. Gede Wibawa, M.Eng  
Dr. Ir. Kuswandi, DEA

## **ABSTRACT**

Energy security has become a serious concern for all countries in the world and each country has its own definition for measuring its energy security. The objective of this study was to measure energy security of Indonesia quantitatively by comparing it with other countries and provide some recommendations for enhancing the energy security. To accomplish it, this study collected data from various sources to develop a database then reaffirmed the validity of the data. These parameters (e.g. Primary Energy mix, TPES/capita, FEC/capita, Self Sufficiency, Refining capacity, Overseas Energy Resources, Resources diversification) are the references used to produce an analysis or evaluation of national energy management. From 10 selected countries namely, USA, Germany, Russia, England, Japan, China, South Korea, Singapore, Thailand, India, it was implied that Indonesia's index was the lowest. Where USA as the largest with index of 3.36. Indonesia's index score was very small in three of the parameters of which are *Primary Energy Mix*, *TPES/capita* only and *Refining Capacity*, Indonesia has the lowest index score than 10 other countries. This result indicates that Indonesia need to increase oil production by building a new refinery and begins to accelerate the utilization of renewable energy to reduce the excessive of primary energy utilization.

**Keywords** : Energy, Security, Index, Indonesia, Balance

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan YME karena berkat Rahmat dankarunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi berjudul :

### **”ANALISA CADANGAN DAN KETAHANAN ENERGI NASIONAL SEBAGAI EVALUASI KESIAPAN INDONESIA DALAM MENGHADAPI TANTANGAN MEA 2015”**

Keberhasilan penulisan Proposal Skripsi ini tidak lepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Gede Wibawa, M.Eng dan Bapak Dr. Ir. Kuswandi, DEA selaku Dosen Pembimbing skripsi atas bimbingan dan saran yang diberikan.
2. Bapak Setiyo Gunawan ST, PhD. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia.
3. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia.
4. Orang Tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
5. Teman-teman “*Thermo Crew 2014/2015*” yaitu Mbak Evi, Mas Ginting, Wahud, Rizal, Edwin, Andre, Cindy, Rasyid, Nurcahyo, Irwan, Sani, Dita, Vito, Pakchik, Hezron, Hadi, Mas Polar, dan Mbak Arina yang telah membantu dan menemani kami dalam suka maupun duka dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
6. Laboran laboratorium Thernodinamika, Cak To yang telah banyak membantu dalam pengadaan alat dan bahan pada skripsi kami,
7. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dan keikhlasan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan dan untuk penelitian di masa yang akan datang.

Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi Penulis dan Pembaca khususnya.

Surabaya, Juli 2015

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Penelitian .....	5
2.2 Definisi Ketahanan Energi .....	6
2.3 Evaluasi Dimensi Ketahanan Energi .....	7
2.4 Mengkuantitatifkan Performa Ketahanan Energi .....	12
2.5 Kondisi Energi Indonesia .....	16
2.5.1 Penyediaan Energi Primer Indonesia .....	17
2.5.1.1 Minyak Bumi .....	17
2.5.1.2 Gas Alam .....	18
2.5.1.3 Batu Bara .....	19
2.5.1.4 Energi Terbarukan .....	20
2.5.2 Konsumsi Energi Final .....	22
2.5.2.1 Sektor Industri .....	23
2.5.2.2 Sektor Transportasi .....	24
2.5.2.3 Sektor Rumah Tangga .....	24
2.5.2.4 Sektor Komersial .....	25
2.5.2.5 Sektor Lainnya .....	26
2.5.2.6 Sektor Pembangkit Listrik .....	26
2.6 Kebijakan Energi di Indonesia .....	27



..... 2.6.1 Diversifikasi Energi.....	27
2.6.2 Konservasi Energi .....	28
2.6.3 Subsidi .....	29
2.6.4 <i>Feed in Tariff</i> .....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	32
3.1 Rancangan Penelitian .....	32
3.1.1 Data .....	34
3.2 Parameter Ketahanan Energi .....	34
3.3 Pengolahan Data.....	35
3.3.1 Proyeksi Produksi, Konsumsi, Impor, dan Ekspor Energi .....	35
3.3.2 Proyeksi Data Sisa Cadangan Energi .....	36
3.3.3 Perhitungan Skenario Produksi, Konsumsi, Impor, dan Ekspor Energi .....	36
3.3.4 Perhitungan Rasio Cadangan per Produksi Energi.....	36
3.3.5 Perhitungan Kapasitas Minimal Cadangan Strategis Minyak Bumi.....	37
3.3.6 Perhitungan Indeks Ketahanan Energi .....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	39
4.1 Analisa Permasalahan Energi Saat Ini .....	39
4.2 Permasalahan Umum .....	45
4.2.1 Minyak Bumi.....	45
4.2.2 Gas Alam .....	46
4.2.3 Batu Bara .....	48
4.2.4 Energi Terbarukan .....	50
4.3 Permasalahan Sektoral.....	51
4.4 Permasalahan Ketenagalistrikan .....	53
4.5 Rekomendasi Kebijakan dan Strategi Nasional Indonesia.....	55
4.5.1 Minyak Bumi.....	58
4.5.2 Gas Alam .....	61
4.5.3 Batu Bara .....	64
4.5.4 Energi Terbarukan .....	67
4.5.5 Ketenagalistrikan.....	68

4.7 Ketahanan Energi Indonesia dengan Skenario .....	72
BAB V KESIMPULAN .....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76
DAFTAR NOTASI .....	78
APPENDIKS.....	79
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Konsep Ketahanan energi .....	11
<b>Tabel 2.2</b>	Konsep Ketahanan energi .....	12
<b>Tabel 2.3</b>	Indikator-indikator Ketahanan Energi .....	15
<b>Tabel 2.4</b>	Pembagian Energi Primer di Indonesia.....	16
<b>Tabel 2.5</b>	Persebaran Produksi Minyak di Indonesia.....	17
<b>Tabel 2.6</b>	Kapasitas Kilang Tahun 2009.....	18
<b>Tabel 2.7</b>	Cadangan gas alam Indonesia.....	18
<b>Tabel 2.8</b>	Persebaran Produksi Gas Alam.....	19
<b>Tabel 2.9</b>	Distribusi Geotermal Potensi di Indonesia .....	20
<b>Tabel 3.1</b>	Parameter Indeks Ketahanan Energi Nasional.....	33
<b>Tabel 4.1</b>	Konsumsi energi berbagai negara 2009-2013 dalam MTOE .....	39
<b>Tabel 4.2</b>	Proyeksi peningkatan jumlah penduduk Indonesia.....	41
<b>Tabel 4.3</b>	Rasio elektrifikasi beberapa provinsi diIndonesia tahun 2013 .....	41
<b>Tabel 4.4</b>	Produksi energi berbagai negara tahun 2013 dalam MTOE .....	44
<b>Tabel 4.5</b>	Cadangan energi berbagai negara tahun 2013 dalam MTOE .....	44
<b>Tabel 4.6</b>	Indeks ketahanan energi berbagai negara di dunia	45
<b>Tabel 4.7</b>	Kapasitas refinery beberapa negara di dunia tahun 2013 dalam ribu barrel per hari.....	46
<b>Tabel 4.8</b>	Produksi, konsumsi, impor, dan ekspor gas alamRusia, Malaysia, dan Indonesia tahun 2013 dalam MTOE .....	48
<b>Tabel 4.9</b>	Cadangan terbukti energi fosil Indonesia tahun 2009-2013 dalam MTOE .....	49
<b>Tabel 4.10</b>	Konsumsi energi final menurut sektor.....	52
<b>Tabel 4.11</b>	Bauran energi menurut sektor pemakaian.....	52
<b>Tabel 4.12</b>	Energy Mix Pembangkit Listrik Indonesia .....	54
<b>Tabel 4.13</b>	Kondisi Kelistrikan Indonesia .....	54

<b>Tabel 4.14</b>	Perbandingan cadangan dengan produksi energi fosil 2013 dan 2025.....	58
<b>Tabel 4.15</b>	Rasio elektrifikasi beberapa provinsi di Indonesia tahun 2013.....	68
<b>Tabel 4.16</b>	Rasio pemanfaatan nuklir sebagai pembangkit listrik di 13 negara teratas .....	71
<b>Tabel 4.17</b>	Indeks ketahanan energi Indonesia dengan negara pembanding.....	73

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Penelitian .....	8
Gambar 4.1	Konsumsi energi dan pendapatan per kapita Indonesia .....	40
Gambar 4.2	Persentase konsumsi energi beberapa negara tahun 2013 .....	43
Gambar 4.3	Produksi, impor, dan cadangan terbukti minyak bumi Indonesia .....	46
Gambar 4.4	Peta rencana jaringan distribusi gas Indonesia.....	48
Gambar 4.5	Konsumsi final energi fosil dan emisi CO2 Indonesia 2007-2011 .....	49
Gambar 4.6	Konsumsi final energi fosil dan emisi CO2 China 2007-2011 .....	50
Gambar 4.7	Konsumsi final energi terbarukan Indonesia 2009-2013 .....	50
Gambar 4.8	Jaringan Transmisi Elektrifikasi Indonesia.....	53
Gambar 4.9	Prediksi produksi energi Indonesia 2025 .....	56
Gambar 4.10	Prediksi konsumsi energi Indonesia 2025 .....	56
Gambar 4.11	Prediksi ekspor energi Indonesia 2025.....	57
Gambar 4.12	Prediksi impor energi Indonesia 2025.....	57
Gambar 4.13	Prediksi cadangan energi Indonesia 2025 .....	57
Gambar 4.14	Target bauran energi pemerintah Indonesia 2025.....	58
Gambar 4.15	Prediksi bauran energi Indonesia 2025 .....	58
Gambar 4.16	Produksi minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario.....	59
Gambar 4.17	Konsumsi minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario.....	59
Gambar 4.18	Impor minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario.....	60
Gambar 4.19	Ekspor minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario.....	60

Gambar 4.20	Cadangan minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	60
Gambar 4.21	Produksi gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	62
Gambar 4.22	Konsumsi gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	62
Gambar 4.23	Impor gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	63
Gambar 4.24	Ekspor gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	63
Gambar 4.25	Cadangan gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	63
Gambar 4.26	Produksi batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	65
Gambar 4.27	Konsumsi batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	65
Gambar 4.28	Impor batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	66
Gambar 4.29	Ekspor batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	66
Gambar 4.30	Cadangan batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	66
Gambar 4.31	Konsumsi energi terbarukan Indonesia tanpa dan dengan skenario .....	67
Gambar 4.32	Penggunaan bahan bakar fosil pembangkit listrik.....	69
Gambar 4.33	Pembagian penggunaan bahan bakar pembangkit listrik.....	70
Gambar 4.34	Konsumsi energi primer dunia .....	70
Gambar 4.35	Negara penghasil listrik dari nuklir terbanyak di dunia .....	71

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Ketahanan energi didefinisikan sebagai penyediaan jasa energi kepada konsumen secara adil, terjangkau, handal, efisien, ramah lingkungan, proaktif, dan dapat diterima secara sosial. Ketahanan energi beberapa tahun belakangan ini menjadi suatu isu menonjol di bidang politik. Sebagaimana ekonomi global terus berkembang dan negara-negara berkembang menjadi semakin terindustrialisasi, para pembuat kebijakan dan konsumen di seluruh dunia semakin sering menghadapi kekurangan suplai energi, kenaikan harga, dan kerusakan lingkungan dikarenakan eksploitasi berlebihan terhadap bahan bakar fosil. Keamanan dari suplai energi dan konsentrasi dari bahan bakar energi di sejumlah negara, teori tentang peak oil, kenaikan harga, dan kemiskinan energi, adalah sebagian kecil dari kekhawatiran yang paling menonjol di antara para pembuat kebijakan dan investor, sebagaimana ketahanan energi memiliki juga memiliki keterikatan terhadap pembangunan berkelanjutan dan pertumbuhan ekonomi. Permasalahan-permasalahan tersebut dapat bersifat mengancam ketahanan energi sebagaimana yang selama ini berkembang. Oleh karena itu, meningkatkan ketahanan energi dapat mengurangi risiko tentang energi yang dapat terjadi pada beberapa insiden seperti tumpahan minyak Deepwater Horizon milik British Petroleum di Teluk Meksiko; ledakan nuklir akibat gelombang tsunami di Fukushima, Jepang; dan ledakan metana di Rusia serta Meksiko. Tahan secara energi juga berarti mencegah serangan-serangan terhadap infrastruktur energi, contohnya serangan terhadap fasilitas gas milik Aljazair pada Januari 2013 yang menewaskan 37 pekerja. Hal tersebut menuntut pembinaan terhadap kehandalan teknologi dan pencegahan terhadap pemadaman listrik, serta berhubungan erat dengan perebutan kekuatan geopolitik yang sensitif terhadap suatu wilayah sumber energi, seperti yang terjadi di daerah Laut

Cina Selatan. Lebih lanjut lagi, ketahanan energi dapat dihubungkan dengan efek sistem energi yang sudah ada terhadap iklim global dan lingkungan lokal.

Studi terhadap ketahanan energi banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu gambaran kondisi ketahanan energi pada ruang lingkup tertentu (waktu atau area), serta menghasilkan rekomendasi bagi pada pembuat kebijakan maupun investor dalam rangka untuk mempertahankan apabila kondisi ketahanan energi sudah memuaskan, ataupun untuk meningkatkan tingkat ketahanan energi sesuai dengan hasil studi yang dilakukan. Dalam studi mengenai ketahanan energi, banyak parameter indikator yang harus digunakan untuk mencegah hipotesa yang keliru. Oleh karena itu kebanyakan studi mengenai ketahanan energi hanya terfokus pada beberapa sektor khusus (contohnya sektor industri), suatu negara (contohnya Amerika), atau suatu teknologi spesifik (contohnya ketahanan nuklir). Namun, hingga saat ini masih belum ada suatu cara perbandingan pasti untuk membandingkan dimensi tingkat ketahanan energi, ataupun kekuatan dan kelemahan relatif dikarenakan pendekatan negara yang berbeda-beda terhadap ketahanan energi nasionalnya. Maka dari itulah biasanya pada suatu studi digunakan indeks ketahanan energi untuk mengukur dan mengkuantitatifkan tingkat ketahanan energi suatu negara sehingga dapat dibuat perbandingan dengan negara-negara lain.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan sumber daya energi yang cukup melimpah dibandingkan dengan negara-negara lain di dunia, terutama di wilayah Asia Tenggara. Sebagai negara dengan sumber daya energi yang melimpah ditambah dengan beberapa faktor lain seperti peraturan negara yang ramah terhadap investor dan murah upah tenaga kerja asli Indonesia membuat banyak sekali investor yang menaruh minat terhadap sumber-sumber daya energi yang terletak di negara ini. Akan tetapi kondisi tersebut tidak serta merta membuat Indonesia menjadi negara yang tahan secara energi. Hal ini dibuktikan dengan beberapa fakta seperti belum meratanya pasokan energi



ke seluruh wilayah di Indonesia, fluktuatifnya harga bahan bakar minyak di Indonesia karena terpengaruh oleh perubahan bahan bakar minyak dunia, masih belum beragamnya sumber energi yang dimanfaatkan di Indonesia, serta belum terujinya negara ini apabila terjadi bencana nasional yang dapat mengganggu suplai energi nasional secara masif. Apabila kondisi Indonesia dibandingkan dengan beberapa negara yang telah teruji ketahanan energinya seperti Jepang, jelas bahwa negara kita masih tertinggal jauh di belakang dibandingkan dengan negara-negara tersebut. Padahal kondisi ketersediaan sumber daya energi Indonesia tidak kalah dengan negara-negara tersebut, terlebih dengan Jepang yang bisa dikatakan negaranya miskin sumber daya energinya. Situasi seperti ini bisa saja disebabkan oleh beberapa kebijakan terkait ketahanan energi yang belum tepat, ataupun sistem pengelolaan energi yang belum tepat di negara kita. Maka dari itulah diperlukan studi mengenai ketahanan energi nasional yang nantinya diharapkan dapat menghasilkan gambaran tingkat ketahanan energi nasional kita dibandingkan dengan beberapa negara lain, serta dapat memunculkan rekomendasi kebijakan terkait ketahanan energi nasional yang dapat meningkatkan tingkat ketahanan energi nasional kita.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dari penjelasan mengenai ketahanan energi nasional di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah tingkat ketahanan energi Indonesia dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lainnya sebagai negara-negara tetangga yang memiliki kondisi geografis dan politis tidak jauh berbeda dibandingkan dengan Indonesia sendiri. Cakupan penelitian ini sendiri akan dibatasi pada 3 jenis sumber energi secara spesifik, yakni batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Data-data outlook energi yang kami dapat diolah sehingga memunculkan suatu indeks kuantitatif yang dapat dibuat perbandingan antar negara, lalu dibuat pula prediksi-

prediksi kemungkinan yang terjadi apabila terjadi suatu skenario-skenario tertentu yang dapat mempengaruhi suplai energi nasional, sehingga dari hasil analisa tersebut dapat dibuat suatu rekomendasi perbaikan kebijakan maupun pengelolaan terkait ketahanan energi nasional.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengukur tingkat ketahanan energi nasional Indonesia secara kuantitatif berupa ukuran indeks ketahanan energi, serta membandingkannya terhadap negara-negara ASEAN lainnya.

2. Memberikan rekomendasi terkait kebijakan dan pengelolaan energi nasional untuk meningkatkan ketahanan energi nasional Indonesia.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberi gambaran mengenai ketahanan energi nasional kita pada saat ini dibandingkan dengan beberapa negara lainnya, dan juga dapat memberikan prediksi-prediksi kemungkinan efek yang akan terjadi apabila terjadi suatu skenario-skenario yang dapat mengancam suplai energi nasional kita. Dari situ dapat direkomendasikan perbaikan kebijakan maupun pengelolaan sistem energi di Indonesia yang dapat memperbaiki kondisi ketahanan energi kita. Hasil rekomendasi tersebut diharapkan dapat menjadi acuan bagi para pembuat kebijakan dan investor di Indonesia dalam pengambilan keputusan mengenai energi di Indonesia ke depannya, dan juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi studi-studi ketahanan nasional lainnya di masa depan nanti.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Tinjauan Penelitian**

Berikut ini merupakan beberapa penelitian yang pernah dilakukan dengan tema ketahanan energi diantaranya yaitu:

1. Ang dan Choong (2014) melakukan studi literatur yang berjudul *Energy Security: Definitions, Dimensions, Indexes* untuk memberi penjelasan tentang ketahanan energi nasional, metodologi pembuatan indeks ketahanan energi berdasarkan survey dari 104 studi dari 2001-2009.
2. Hasan (2011) melakukan penelitian yang berjudul *A review on energy scenario and sustainable energy in Indonesia* untuk memprediksi penggunaan energi primer dan pengembangan penggunaan energi alternatif di Indonesia.
3. Erwin (2005) melakukan penelitian yang berjudul *ANALISIS ENERGY BALANCE TAHUN 2000 SAMPAI DENGAN 2015* untuk memprediksi keseimbangan energi di Gorontalo.
4. Sovacool *et al.* (2011) melakukan penelitian yang berjudul *Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 for eighteen countries* untuk membandingkan ketahanan energi di 18 negara berbeda.
5. Ibrahim *et al.* (2010) melakukan penelitian yang berjudul *Indonesian Energy Scenario to 2050* untuk memproyeksikan konsumsi, produksi dan skenario campuran energi primer di Indonesia.
6. Lefevre (2010) melakukan penelitian yang berjudul *Measuring the Energy Security Implications of Fossil Fuel Resource Concentration. Energy Policy*. Untuk memberikan indikator indikator yang berguna dalam mencapai suatu index.
7. ESDM (2012) mengeluarkan buku panduan yang berjudul *Handbook of Energy and Economic Statistics*.
8. BPPT (2014) mengeluarkan buku panduan yang berjudul *Energy Outlook Indonesia 2014*.

9. Kanchana dan Unesaki (2014) melakukan penelitian yang berjudul *An Indicator Based on Assessment*. Untuk memberikan penjelasan indikator ketahanan energi berdasarkan analisa dari penelitian-penelitian sebelumnya.

## **2.2 Definisi Ketahanan Energi**

Konsep dari 'ketahanan penyediaan energi', atau pendeknya 'ketahanan energi', terlihat agak buram. Disamping itu, banyak yang berkontribusi pada isu ketahanan energi ini, setelah perkembangan geopolitik (contoh perang di Irak tahun 2003 perdebatan antara Rusia dan Ukraina pada tahun 2005/2006), mogoknya suplai peralatan (gangguan di Amerika Utara tahun 2003), perkelahian (Venezuela tahun 2002/2003) dan cuaca ekstrim (badai Katrina tahun 2005) telah mempengaruhi penyediaan energi (Loschel *et al.*, 2010).

*International Energy Agency* (IEA) mendefinisikan ketahanan energi sebagai ketersediaan sumber energi yang tidak terputus dengan harga yang terjangkau (IEA, 2007, p 76). Lebih lanjut, ukuran yang dipakai untuk menilai suatu negara dikatakan memiliki ketahanan energi apabila memiliki pasokan energi untuk 90 hari kebutuhan impor setara minyak. Ketahanan energi dianggap penting karena energi merupakan komponen penting dalam produksi barang dan jasa. Segala bentuk gangguan yang dapat menghambat ketersediaan pasokan energi dalam bentuk bahan bakar primer (BBM, gas dan batubara) maupun kelistrikan dapat menurunkan produktivitas ekonomi suatu wilayah dan jika *magnitude* gangguan sampai pada tingkat nasional dapat membuat target pertumbuhan ekonomi meleset dari yang ditetapkan.

Pada umumnya, ketahanan energi didefinisikan oleh negara-negara maju sebagai sebuah sistem yang elastis dan mengamankan jumlah energi yang dibutuhkan untuk kehidupan orang banyak, ekonomi dan aktivitas sosial, pertahanan negara, dan tujuan lain dengan harga yang dapat diterima, sedangkan bagi negara berkembang adalah

penyediaan energi yang cukup (kuantitas dan kualitas) untuk memenuhi semua persyaratan yang ada pada kurun waktu yang tertentu pada harga yang stabil dan terjangkau, dan itu juga mengarah kepada performa ekonomi yang berkelanjutan dan pengurangan kemiskinan, kualitas hidup yang baik tanpa mencemari lingkungan (Martchmadol dan Kumar, 2013). Menurut *Asia Pasific Energy Research Centre* (APEREC), ketahanan energi adalah kemampuan ekonomi untuk menjamin ketersediaan sumber energi dalam lingkup yang berkelanjutan dengan harga energi yang tidak merugikan performa energi itu sendiri. International Institute for Applied System Analysis (2SA), ketahanan energi adalah suatu ketentuan yang tak terganggu dari pelayanan energi yang vital, sangat genting bagi energi suatu negara. Winzer menetapkan ketahanan energi sebagai penyediaan energi yang berkelanjutan yang berhubungan dengan kebutuhan energi (Martchmadol dan Kumar, 2013).

Menurut Sovacool *et al.* (2011), Ketahanan energi didefinisikan sebagai penyediaan jasa energi kepada konsumen secara adil, terjangkau, handal, efisien, ramah lingkungan, proaktif, dan dapat diterima secara sosial. Ketahanan energi beberapa tahun belakangan ini menjadi suatu isu menonjol di bidang politik. Sebagaimana ekonomi global terus berkembang dan negara-negara berkembang menjadi semakin terindustrialisasi, para pembuat kebijakan dan konsumen di seluruh dunia semakin sering menghadapi kekurangan suplai energi, kenaikan harga, dan kerusakan lingkungan dikarenakan eksploitasi berlebihan terhadap bahan bakar fosil. Keamanan dari suplai energi dan konsentrasi dari bahan bakar energi di sejumlah negara, teori tentang peak oil, kenaikan harga, dan kemiskinan energi, adalah sebagian kecil dari kekhawatiran yang paling menonjol di antara para pembuat kebijakan dan investor, sebagaimana ketahanan energi memiliki juga memiliki keterikatan terhadap pembangunan berkelanjutan dan pertumbuhan ekonomi.

Dari definisi diatas, sudah jelas bahwa ketahanan energi tidak hanya dilihat dari dimensi ekonomi, tetapi juga aspek sosial dan lingkungan.

### **2.3 Evaluasi Dimensi Ketahanan Energi**

Banyak definisi dari ketahanan energi yang telah ditawarkan oleh peneliti dan pembuat kebijakan. Berdasarkan 83 definisi dari ketahanan energi yang telah di tinjau oleh Ang *et al.* (2014) telah didentifikasi bahwa terdapat 7 dimensi ketahanan energi: ketersediaan energi, infrastruktur, *energy prices*, dampak sosial, lingkungan, pemerintahan, efisiensi energi

#### **1. Ketersediaan Energi**

Faktor geopolitik dan diversifikasi merupakan isu utama dalam menentukan ketersediaan energi. Melalui diversifikasi dari sumber penyediaan yang ada, impor energi mampu dikurangi dan meringankan resiko dari gangguan impor tersebut.

Isu geopolitik biasanya berupa pecahnya suatu peperangan, ketidakstabilan rezim, tekanan dari suatu daerah yang berujung pada gangguan penyediaan minyak dan gas.

#### **2. Infrastruktur**

Infrastruktur perlu dipenuhi untuk mencapai ketahanan energi yang stabil. Infrastruktur ini termasuk fasilitas transformasi energi, sebagai contoh Kilang minyak dan pembangkit listrik, fasilitas untuk distribusi dan transmisi, sebagai contoh saluran pipa, penyebaran aliran listrik, gardu listrik, fasilitas penampungan energi. Sama dengan cadangan strategis, infrastruktur yang baik adalah syarat mencapai ketahanan energi begitu juga hal yang penting untuk mencapai ketahanan ekonomi Indonesia.

#### **3. *Energy prices***

*Energy prices* menentukan kemampuan penyediaan energi dan memiliki dimensi-dimensi seperti level harga,

kemampuan menurunkan harga dan tingkat kompetisi dalam pasar energi.

4. Dampak Sosial

Karena energi adalah dasar dari kepentingan hidup, kesejahteraan sosial termasuk dalam definisi ketahanan energi. Aspek sosial termasuk dalam krisis energi, dimana populasi tertentu tidak dapat menikmati pelayanan energi ini. Tujuan dari ketahanan energi adalah untuk memastikan kemudahan untuk mengakses sumber energi yang dapat diterima masyarakat dan tidak adanya gangguan yang mempengaruhi kesejahteraan sosial.

5. Lingkungan

Keberlanjutan dan isu lingkungan adalah dua hal yang berkaitan dengan energi diakibatkan emisi karbon yang berdampak pada pencemaran lingkungan dan polusi udara. Syarat dari ketersediaan, kemampuan, dapat dipercaya, efisien, ramah lingkungan, regulasi yang baik dan dapat diterima oleh masyarakat adalah hal hal yang perlu diperhatikan untuk mencapai suatu ketahanan energi.

6. Pemerintahan

Suara dari pemerintah membantu untuk membatasi dan mengurangi kekacauan energi jangka pendek. Pemerintahan yang mempunyai visi kedepan mendukung adanya rencana pembangunan infrastruktur yang efektif untuk memastikan ketahanan energi jangka panjang. Regulasi ini berhubungan dengan pajak dan subsidi energi mempengaruhi ketahanan suatu negara.

7. Efisiensi Energi

Meningkatnya kualitas teknologi, sistem dan penerapannya mampu mengurangi kebutuhan energi dan meningkatkan ketahanan energi. Konsep yang paling dekat adalah kapasitas energi, yaitu energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu unit tertentu. Menurunkan kapasitas energi mampu meningkatkan ketahanan energi

dengan mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan untuk beroperasi.

Ang *et al.* (2014), melakukan penelitian dengan meninjau distribusi ketahanan energi berdasarkan jenis publikasinya dan meninjau dari beberapa negara yang melakukan penelitian terkait dengan ketahanan energi. Ang *et al.* (2014) menunjukkan bahwa dari 83 definisi tentang ketahanan energi, ketersediaan energi termasuk dalam 82 (99%), infrastruktur dalam 60 (72%), *energy prices* dalam 59 (71%). Untuk isu lingkungan dan dampak sosial termasuk dalam 28 (34%) dan 31 (37%), sisanya yaitu pemerintahan dan energi efisiensi termasuk dalam 21 (25%) dan 18 (22%). Berdasarkan penafsiran diatas, dapat diurutkan kebawah kepetingan dan relevansinya yaitu, ketersediaan energi, infrastruktur, *energy prices*, dampak sosial, lingkungan, pemerintahan, dan efisiensi energi.

Pada sisi lain, Krut *et al.* (2009) awalnya mengemukakan empat elemen yang bisa diidentifikasi, elemen pertama dan paling dominan adalah ketersediaan atau keberadaan secara fisik. Selanjutnya adalah kemudahan untuk mengakses karena besarnya perbedaan ruang antara konsumsi dan produksi dari sumber daya yang ada. Lebih jauh lagi, biaya merupakan elemen yang tak terpisahkan dari ketahanan energi.

Akhirnya, ada beberapa definisi yang mencakup keberlangsungan lingkungan hidup. Krut *et al.* (2009) mengikuti klasifikasi yang di ajukan oleh Asia Pasific Energy Research Centre, dengan mengklasifikasikan elemen yang berhubungan dengan ketahanan energi:

1. Ketersediaan (availability) – elemen yang berhubungan dengan keberadaan geologi
2. Kemudahan untuk diakses (accessibility) – geopolitikal elemen
3. Keterjangkauan (affordability) – elemen yang berhubungan dengan ekonomi



4. Dapat diterima (acceptability) – elemen yang berhubungan dengan lingkungan dan sosial

Dengan adanya kekompleksan dalam rezim penyediaan energi, bagaimana seharusnya mendefinisikan ketahanan energi modern? Sebelumnya Asia Pacific Energy Research Centre menyarankan bahwa harus membawa evaluasi dari “4A” *availability*, *accessibility*, *acceptability*, dan *affordability*. Seorang profesor berkebangsaan Kanada berargumen ketahanan energi didekati dengan “4R” *review* (mengerti masalahnya), *reduce* (menggunakan sedikit energi), *replace* (adanya rencana untuk mengamankan cadangan), dan *restrict* (membatasi kebutuhan untuk mengamankan cadangan).

Drexel Kleber, di Departemen Pertahanan Amerika Serikat, berargumen bahwa ketahanan energi adalah penggabungan dari “5S”:

1. *Surety*: tingkat kepastian untuk mengakses energi dan sumber bahan bakar
2. *Survivability*: ketahanan dari sistem yang sudah ada terhadap potensi bahaya kedepan
3. *Supply*: ketersediaan sumber daya energi
4. *Sufficiency*: terpenuhinya penyediaan energi dari berbagai macam sumber daya
5. *Sustainability*: tingkat penyediaan energi yang berkelanjutan dan dampak isu lingkungan terhadap konsumsi energi bisa dikurangi

Selain itu, Sovacool *et al.* (2011) melakukan studi untuk mendefinisikan ketahanan energi, dilakukan dengan penelitian berupa interview, survey, dan *workshop* dengan para ahli dunia. Hasilnya berupa 68 interview dari Februari 2009 – November 2010 dengan ahli senior ketahanan energi, termasuk kunjungan ke *International Energy Agency*, *U.S Department of Energy*, *United Nations environment Program*, *Energy Information Administration*, *World bank Group*, *Nuclear Energy Agency*, dan *International Atomic Energy Agency*.

**Tabel 2.1** Konsep Ketahanan energi (Sovacool *et al.*, 2011)

<b>Dimensi</b>	<b>Komponen</b>	<b>Metriks</b>	<b>Unit</b>
Ketersediaan/ availability	Ketahanan penyediaan	Total energi primer per kapita	Total ton minyak (ktoe)
	Produksi	Rata rata dari rasio cadangan-produksi energi primer (minyak bumi, gas, batu bara)	Lamanya sisa tahun produksi
	Ketergantungan	Kecukupan	% kebutuhan energi dengan persediaan energi
	Keragaman sumber	Bagian energi terbarukan dalam total energi primer	% dari persediaan
Keterjangkauan/ affordability	Stabilitas	Stabilitas harga listrik	% perubahan
	Akses	Persentase populasi yang teraliri listrik	% kelistrikan
	Keadilan	Ketergantungan rumah tangga pada bahan bakar tradisional	% populasi yang memakai bahan bakar padat
	Keterjangkauan	Harga minyak	Harga rata rata (USD)
Pengembangan teknologi dan efisiensi/ Technology development and efficiency	Inovasi dan penelitian	Intensitas penelitian	% biaya yang dikeluarkan pemerintah dengan seluruh biaya yang dikeluarkan
	Efisiensi energi	Intensitas pemakaian energi	Konsumsi energi per dollar GDP
	Kemananan	Efisiensi kelistrikan	% penyaluran dan penghubungan aliran listrik yang terbuang
	Ketahanan	Cadangan energi	Tahun cadangan yang tersisa
Regulasi dan pemerintahan/ Regulation and governance	Pemerintahan	Penilaian pemerintahan di dunia	skor
	Jual-beli dan konektifitas	Ekspor energi	USD/tahun
	kompetisi	Subsidi energi per kapita	Biaya subsidi energi per orang (USD)
	Informasi	Kualitas informasi energi	% data yang dari seluruh data

**Tabel 2.2** Konsep Ketahanan energi  
(Sovacool dan Saunders, 2014)

<b>Kriteria</b>	<b>Nilai</b>	<b>Penjelasan</b>
<i>Availability</i>	Ketersediaan dan akses	Dasar dari penyediaan ketahanan energi jangka panjang untuk mencukupi penyediaan energi bahan bakar dan pelayanannya
<i>Affordability</i>	Keterjangkauan dan kewajiban	Ketahanan energi yang lebih jauh diperoleh dari suatu sistem energi yang stabil dan terjangkau biayanya, baik sekarang maupun masa depan
<i>Resilience</i>	Mudah ditempuh dan aman	Ketahanan energi diperoleh dari sistem energi yang aman dan teknologi yang fleksibel
<i>sustainability</i>	Akibat tidak langsung dan faktor eksternal	Ketahanan energi ditingkatkan ketika sistem energi berintegrasi dengan lingkungan, sosial dan ekonomi, baik sekarang maupun masa depan
<i>governance</i>	Kualitas pemerintahan, transparansi, bertanggung jawab	Ketahanan energi dicapai ketika sistem itu diatur oleh orang yang bertanggung jawab, transparan, yang menyediakan informasi terkait produksi energi dan kegunaannya

Survey diajukan pada 74 ahli energi yang bekerja di 35 institusi di Asia, Eropa, dan Amerika Utara. *Workshop* diadakan di Singapura pada November 2009, dihadiri oleh 37 peserta dari 17 negara. Tabel 2.1 menunjukkan koleksi data yang diperoleh dari interview, survey dan *workshop* dan menunjukkan dimesni,

komponen dan metrik dari ketahanan energi yang paling banyak muncul. Diangkat menjadi 4 dimensi dan 16 metrik.

Sedangkan Sovacool dan Saunders (2014) mengonsep ketahanan energi mencakup 5 aspek yaitu, *availability*, *affordability*, *resilience*, *social-environmental sustainability*, dan *governance*. Tabel 2.2 merangkum kriteria ini.

## **2.4 Mengkuantitatifkan Performa Ketahanan Energi**

Untuk mengkuantitatifkan ketahanan energi, *European Commission* (EC), *European Environment Agency* (EEA), *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD), *International Energy Agency* (IEA), *Asia Pacific Energy Research center* (APEREC), *International Atomic Energy Agency* (IAEA), *World Energy Council* (WEC), *United Nations Department of Economic and Social Affairs* (UNDESA) telah mengembangkan indikator indikator untuk mendeskripsikan hubungan antara penggunaan energi dan ekonomi, lingkungan dan isu sosial pada suatu negara. (Martchamadol dan Kumar, 2013).

Martchamadol dan Kumar (2013) menjelaskan bahwa indikator ketahanan energi dibagi menjadi dua tipe, *disaggregated* (individual indikator) dan *aggregated*. Indikator *disaggregated* menilai ketahanan energi termasuk dengan rasio cadangan dengan produksi (RPR), cadangan bahan bakar strategis, Shannon-Wienier Index (SWI), ketahanan energi geopolitik, biaya pengeluaran minyak bumi per GDP. 30 indikator individu juga telah pernah dibuat oleh *United Nations Department of Economic and Social Affairs* (UNDESA) untuk menilai performa pengembangan energi berkelanjutan berfokus pada konservasi energi dan kebijakan efisiensi energi.

Sedangkan untuk indikator *aggregated* berdasarkan kombinasi dari banyak indikator individu, *Oil Vulnerability Index* (OVI) dikombinasikan dari tujuh indikator yang terkait pada resiko pasar minyak dan resiko penyediaan minyak. WEC mengembangkan *Assessment Index* (AI) menggunakan 46

indikator dan *Energy Sustainability Country Index* dengan 22 indikator. *Energy Development Index* dikombinasikan dengan 4 indikator. *Energy Sustainability Index* yang dikembangkan oleh Douglas *et al.* (2009) dibuat dengan 9 indikator untuk komunitas pedesaan (Martchamadol dan Kumar, 2013)

Menurut Krut *et al.* (2009), dijelaskan bahwa terdapat *simple indicator* untuk mengukur individual indikator, yaitu (1) estimasi sumber yang tersedia, (2) rasio candangan dengan produksi (R/P), (3) Keragaman tipe bahan bakar dan sumber geografis, (4) ketergantungan impor, (5) kestabilan politik/regulasi dari pemerintah, (6) besar kecilnya harga energi, (7) rata rata finansial ekonomi dari beberapa jenis biaya yang diperlukan, (8) persebaran nol emisi karbon, (9) elastisitas harga, (10) indikator dari segala sisi kebutuhan.

Sedangkan untuk *aggregated* indikator ketahanan energi dapat dilakukan dengan menggunakan 4 indeks, yaitu pertama adalah *Shannon index based*, kedua adalah indeks ketahanan energi IEA yang menggunakan dua indikator, ketiga adalah S/D indeks, yaitu *supply-demand* indeks untuk jangka panjang ketahanan energi, perbedaan terbesar S/D indeks dengan indeks lain adalah S/D indeks mencakup semua aspek, termasuk konversi, transportasi, dan kebutuhan. Keempat adalah *Willingness to pay* yang berarti persentasi GDP sebuah negara yang memiliki kemauan untuk mengeluarkan biaya untuk memperkecil resiko ketahanan energi (Krut *et al.*, 2009).

Sedangkan menurut Loschel *et al.* (2010) untuk mengukur ketahanan penyediaan energi bisa dilakukan melalui pendekatan dengan metode IEA yang mengembangkan dua indikator yang berkaitan dengan bahan bakar fosil. Indikator IEA yang pertama menggambarkan implikasi ketahanan energi dari konsentrasi sumber mengkarakteristikan harga dari ketahanan energi itu sendiri, dan indikator yang kedua berkaitan dengan ketersediaan komponen secara fisik dari ketahanan energi itu sendiri. Untuk indikator harga komponen mempertimbangkan tiga bahan bakar fosil, batubara, gas alam dan minyak bumi, pengukuran ketahanan

energi ditentukan secara terpisah dari masing masing bahan bakar.

Berdasarkan Herfindahl Hirschmann indeks diformulasikan sebagai jumlah dari pembagian bobot kuadrat.  $ESMC = \sum_i S_{if}^2$ , dimana  $S_{if}^2$  adalah pembagian jatah dari suatu pemasok dalam pasar bahan bakar fosil,  $f$  didefinisikan potensi ekspor. Semakin tinggi nilai ESMC, makin tinggi tingkat konsentrasi pasar, nilai ESCM yang tinggi mengindikasikan rendahnya level ketahanan energi. Kedua, indikator ketersediaan komponen secara fisik, contohnya aliran pipa gas impor. IEA menyarankan pembagian bobot aliran pipa gas impor di dalam kebutuhan energi total sebagai pengukuran ketersediaannya komponen secara fisik, dapat diformulasikan,  $ESI_{volume} = \text{Pipe Imp (gas)}_{oil\_indexed} / TPES$ . Dimana  $\text{pipe Imp (gas)}$  adalah impor pipa gas melalui kontrak oil-indexed. Makin tinggi nilai  $ESI_{volume}$ , makin rendah ketahanan energi (Loschel *et al.*, 2010).

Selanjutnya menurut Kanchana dan Unesaki (2014), pemilihan indikator terdiri dari 6 komponen, yaitu (1) neraca energi keseluruhan, (2) manajemen kebutuhan, (3) ketahanan cadangan domestik, (4) rentannya ketergantungan pada luar negeri, (5) keragaman penyediaan energi, (6) keberlangsungan lingkungan hidup seperti yang terlihat pada Tabel 2.3.

Pada komponen pertama, neraca energi primer keseluruhan, energi primer menjadi pilihan utama dalam pengembangan indikator ini, energi primer ini adalah minyak bumi, gas alam, batu bara, dan energi baru terbarukan. Pada komponen kedua, terlihat mengarah ke kemudahan untuk mengakses energi tersebut dan efisiensinya, akses untuk menikmati aliran listrik menunjukkan apakah energi modern ini termanfaatkan dengan baik atau tidak dan intensitas pemakaian energi di suatu daerah. Jika makin rendah intensitas pemakaian energi, maka semakin tinggi energi efisiensinya.

**Tabel 2.3** Indikator-indikator Ketahanan Energi (Kanchana dan Unesaki, 2014)

<b>Komponen</b>	<b>Metrik</b>	<b>Satuan</b>	<b>Definisi</b>
<i>Overall Energy Balance</i>	<i>Primary Energy Mix</i>	% share jumlah batu bara, minyak bumi, dan gas alam	Persentase jumlah batu bara, minyak bumi, dan gas alam dibandingkan dengan total sumber energi.
<i>Demand-side Management</i>	<i>Total Primary Energy Supply per capita</i>	ton oil equivalent/capita	Total produksi energi primer per kepala penduduk.
	<i>Final Energy Consumption per Capita</i>	ton oil equivalent/capita	Konsumsi produk energi akhir per kepala penduduk.
<i>Domestic Energy Resources</i>	<i>Self-sufficiency</i>	<i>'Reserves-to-production, ratio</i>	Rasio jumlah cadangan energi terhadap jumlah produksi.
	<i>Refining Capacity</i>	Barrel/day	Kapasitas kilang minyak dalam barel/hari.
<i>Overseas Energy Resources</i>	<i>Energy Import Dependency</i>	<i>Energy Import Dependency Rate</i>	Skala ketergantungan terhadap impor, berupa jumlah impor dibandingkan dengan kebutuhan domestik.
<i>Resource Diversification</i>	Skala keberagaman sumber daya energi	<i>Shannon Wiener Index (SWI)</i>	Tingkat keberagaman energi dalam skala SWI.

Komponen ketiga, meninggikan kepada ketahanan sumber persediaan energi, “self-sufficiency” indikator menilai persebaran energi dalam negeri di dalam total persediaan energi. Biasanya “self-sufficiency” berskala 0-1. Makin tinggi nilainya, makin bagus, jika melebihi 1 diartikan mempunyai potensi untuk mengekspor. Rasio cadangan terhadap produksi memperlihatkan ketersediaan sumber cadangan domestik yang terbukti (biasanya bahan bakar fosil), sebagai hasilnya “kapasitas kilang” termasuk dalam penilaian. Komponen keempat, terkait dengan ketergantungan impor seputar minyak bumi, batu bara dan gas. Biasanya dinilai dengan skala 0-1. Dimana semakin tinggi nilainya, semakin tinggi pula tingkat ketergantungannya, semakin rendah kemampuan persediaan energi dalam negeri. Komponen kelima fokus kepada keragaman sumber dan keragaman penyuplai/pasar. The Shannon-Wiener Index (SWI) digunakan dalam mengukur keragaman sumber energ biasanya diukur dengan skala 0-2.

Besarnya nilai SWI menunjukkan keragaman sumber yang baik, sehingga memiliki ketahanan energi yang baik juga, sebaliknya kecilnya nilai SWI menunjukkan ketahanan energi yang semakin rentan.

Untuk memperhitungkan diversifikasi energi, kami menggunakan *Shannon-Wiener Index* (SWI) sebagai metode perhitungan skala keberagaman energi. Menurut Chuang dan Wen, (2013), SWI biasa digunakan untuk memperhitungkan skala keberagaman energi, dan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$SWI = -\sum_i p_i \ln(p_i) \quad (3.1)$$

di mana  $p_i$  adalah bagian dari opsi  $i$  dibandingkan dengan total opsi. Semakin besar nilai SWI maka semakin besar nilai keberagamannya. Apabila seluruh opsi terbagi rata maka nilai SWI akan maksimum. Range indeks SWI adalah 0-2 (Kanchana dan Unesaki, 2014).



## 2.5. Kondisi Energi Indonesia

Perubahan dinamis terlihat pada sektor energi Indonesia setelah krisis ekonomi tahun 1998. Terdapat pertumbuhan besar pada kebutuhan energi, perubahan legislasi dan regulasi di tengah tengah kenaikan harga minyak. Dihadapkan pada kondisi yang kurang menyenangkan, pemerintah Indonesia memprioritaskan ketahanan penyediaan energi dengan sumber energi yang beragam.

**Tabel 2.4** Pembagian Energi Primer di Indonesia (Hasan *et al.*, 2012)

<b>Regional</b>	<b>Minyak bumi (%)</b>	<b>Gas alam (%)</b>	<b>Batu bara (%)</b>	<b>Hydropower (%)</b>	<b>Geothermal (%)</b>
Jawa	19	6	0	6	34
Sumatera	69	55	50	21	47
Kalimantan	9	14	50	29	0
Sulawesi	1	2	0	14	8

### 2.5.1 Penyediaan Energi Primer Indonesia

#### 2.5.1.1 Minyak bumi

Indonesia menjadi anggota Organization of The Petroleum Exporting Countries (OPEC) pada tahun 1962, kemudian mengundurkan diri pada tahun 2008 setelah menjadi negara pengimpor minyak pada tahun 2004.

Pada dekade terakhir, produksi minyak Indonesia berkurang secara signifikan disebabkan oleh usaha eksplorasi yang mengecewakan. Hampir semua perusahaan minyak Indonesia mengalami penurunan dalam memproduksi minyak seperti yang terlihat pada Tabel 2.5.

**Tabel 2.5** Persebaran Produksi Minyak di Indonesia  
(Hasan *et al.*, 2012)

<b>Company</b>	<b>2003 (Ribu barel/hari)</b>	<b>2004 (Ribu barel/hari)</b>	<b>Change (%)</b>
Caltex	506,9	507	0
Total	81,1	81,8	0,8
CNOOC	94,9	81,5	-14,2
Unocal	53,9	55,7	3,3
Exspan	66,4	54	-18,6
Pertamina	43,6	48,4	10,9
Conoco	51,4	44,1	-14,2
Petrochina	40,5	36,6	-9,7
BP	38,8	31,3	-19,4
BumiSiak	32	30	-6,2
Vico	32,3	28,8	-10,8
Exxon Mobil	25,4	21,2	-16,5
Lainnya	79,6	74,1	-16,9

Indonesia memproduksi 347 juta barel minyak termasuk kondensat pada tahun 2009. Penurunan ini terjadi karena kurangnya investasi. Ada 10 kilang minyak aktif di Indonesia dengan yang terbesar di Cilacap 348 juta barel/hari seperti yang terlihat pada Tabel 2.6.

**Tabel 2.6** Kapasitas Kilang Tahun 2009  
(Hasan *et al.*, 2012)

<b>Kilang</b>	<b>Kapasitas Kilang (MBSD)</b>
Tri wahana universal	6
Dumai	127
Sungai Pakning	50
Musi	127,3
Cilacap	348
Balikpapan	260
Balongan	125
Cepu	3,8
Kasim	10
Tuban	100
Total	1157,1

#### **2.5.1.2 Gas Alam**

Gas alam menjadi sumber energi yang penting sudah diakui dunia. Karena itu, kebutuhan gas alam secara signifikan bertambah. Indonesia mempunyai cadangan gas terbesar se-Asia Pacific dan peringkat ke-11 di dunia dengan 107 Tscf. Cadangan gas alam Indonesia bisa dilihat pada Tabel 2.7.

Cadangan gas alam yang besar ini (70%) bisa ditemukan di lepas pantai kalimantan timur, sumatera selatan, pulau natuna, papua barat. Pertamina dan 6 perusahaan internasional lainnya mendominasi 90% produksi natural gas nasional. Persebaran produksi gas terlihat di Tabel 2.8.

**Tabel 2.7** Cadangan gas alam Indonesia  
(Hasan *et al.*, 2012)

<b>Tahun</b>	<b>Terbukti (Tscf)</b>	<b>Potensi (Tscf)</b>	<b>Total (Tscf)</b>
2003	91	87	178
2004	98	91	188
2005	97	89	186
2006	94	93	187
2007	106	59	165
2008	113	58	170
2009	107	52	160

**Tabel 2.8** Persebaran Produksi Gas Alam  
(Hasan *et al.*, 2012)

<b>Produsen</b>	<b>Persentase</b>
Total	30%
Exxon Mobil	17%
Vico	11%
ConocoPhillips	11%
Pertamina	11%
BP	6%
Chevron	4%
Lainnya	10%

Dari penjelasan di atas, bisa dilihat betapa pentingnya gas alam dalam menyokong ketahanan energi Indonesia dengan memberikan fungsi yang penting untuk menggerakkan roda perekonomian negeri.

### **2.5.1.3 Batu Bara**

Menjadi yang terumurah dan paling berlimpah, batu bara selalu menjadi pemegang utama suplai energi di Indonesia. Estimasi sumber batu bara sekitar 21,13 triliun ton yang berlokasi di Sumatera dan Kalimantan. Pada tahun 2009, Indonesia menghasilkan 256 juta ton batu bara 232% dibanding tahun 2000 dan 95 % dari batu bara dihasilkan melalui pertambangan. Ini karena besarnya jumlah batu bara Indonesia yang tersimpan di daerah pertambangan. Indonesia mengeksport 198 juta ton yang 77% dari total produksi ke Jepang, Taiwan, China, India, Korea Selatan, Hongkong, Malaysia, Thailand, dan Filipina. Sisanya sebesar 58 MMSt batu bara digunakan untuk sektor industri seperti produksi semen, besi, dan pabrik baja.

Indonesia telah memainkan peranan penting di dunia sebagai. Indonesia menjadi eksportir terbesar kedua pada tahun 2009. Produksi batu bara di Indonesia dipenuhi oleh 251 perusahaan, dimana 85% dari total batu bara Indonesia didominasi oleh 9 perusahaan besar.

### **2.5.1.4 Energi Baru Terbarukan**

Energi terbarukan adalah energi turunan yang berasal dari proses natural yang tidak berkaitan dengan sumber yang dapat habis seperti bahan bakar fosil dan uranium. Terlepas dari sumberdaya energi utama seperti minyak, gas alam, dan batu bara, Indonesia mempunyai potensi yang besar pada energi baru terbarukan seperti geotermal, energi angin, dan biomassa. Disamping pertumbuhan yang pesat, energi baru terbarukan masih memainkan peran yang kecil dari konsumsi energi dunia. Karena itu aspek energi baru terbarukan akan dilihat seperti geotermal, biomass, solar dan angin di Indonesia.

## Geothermal

Banyak negara negara yang telah sukses menggunakan sebagai pembangkit tenaga. Di Indonesia, geothermal telah meningkat secara signifikan, sebagai konsekuensi dari letak geografis Indonesia dalam lingkaran api dan geologi vulkanik, negara ini diberkahi dengan energi geothermal yang belum termanfaatkan dengan baik. Diestimasikan, negarai ini mempunyai 28.000 MW potensi geothermal, seperti layaknya 40% potensi geothermal dunia. Indonesia membangun 1200 MW pembangkit listrik dari 7 area geothermal di Sulawesi Utara, Sumatera Utara, dan Jawa. Pada tahun 2009, energi geothermal mewakili 1,22% persediaan energi Indonesia dan 3,6% untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional. Indonesia juga sedang membangun 5 Geothermal daerah kerja seperti GWA Aceh, GWA Maluku Utara, GWA Jawa Barat, GWA Jawa Timur. GWA Sokoria.

**Tabel 2.9** Distribusi Geothermal Potensi di Indonesia  
(Hasan *et al.*, 2012)

Area	Resources (MW)		Reserves (MW)		
	Spekulative	Hypothetic	probable	possible	Proven
Sumatera	4975	2121	5845	15	380
Jawa	1960	1771	3265	885	1815
Bali	410	359	973	-	15
Sulawesi	1000	92	982	150	78
Maluku	595	37	327	-	-
Kalimantan	45	-	-	-	-
Papua	75	-	-	-	-
Total	9060	4380	11392	1050	2288

## **Angin**

Energi angin dipertimbangkan menjadi salah satu teknologi hijau karena tidak memberikan polusi udara dan memberikan dampak negatif yang sangat kecil ke lingkungan. Energi angin adalah konversi dari kecepatan angin menjadi suatu bentuk energi seperti penghasil listrik, power penggerak. Pada akhir tahun 2009, daya angin mengisi 159,2 GW. Semua turbin angin dipasang di seluruh dunia menghasilkan 340 TWh per tahun, yang mana sekitar 2% dari penggunaan listrik dunia (Hasan M.H. *et al.*, 2012).

Indonesia telah membangun 5 unit generator angin dengan kapasitas 80kW dan 7 unit dengan kapasitas yang sama masih dalam tahap pembangunan di 4 lokasi, Sulawesi Utara, Pulau Pasifik, Pulau Selayar dan Nusa Penida, Bali. Bagaimanapun jugsampai sekarang Indonesia belum secara jelas memanfaatkan potensi energi angin ini karena dalam pembangunannya menghabiskan jutaan dolar amerika.

## **Biomassa**

Biomassa adalah sumber energi yang berasal dari alam, kebanyakan berasal dari pertanian dan limbah, hasil penebangan hutan, dan bangkai hewan. Biomassa adalah satu satunya energi baru terbarukan yang mampu menghasilkan 3 jenis bahan bakar, cairan, padatan, dan gas. Indonesia menghasilkan biomassa sebesar 146,7 juta ton/tahun, sama dengan 479 GJ/tahun dan kebanyakan digunakan di daerah pedesaan dan industri kecil untuk memasak, memanaskan dan kebutuhan listrik. Energi biomassa di Indonesia berasal dari sampah minyak kelapa sawit, sampah nasi, sampah gula dll.

Indonesia sekarang diketahui sebagai produser minyak kelapa sawit terbesar pada tahun 2006 menggantikan Malaysia. Menghasilkan 21,6 juta ton minyak kelapa sawit, naik 3,8% dari 2009. Salah satu faktor penambahan ini adalah diperluasnya area penanaman sampai 5,73 juta hektar di 2010.

## **Solar**

Solar energi adalah satu dari sumber energi terbersih, energi baru terbarukan dan memiliki potensi yang paling menjanjikan dari seluruh sumber yang ada. Sekarang ini, energi solar menjadi populer sebagai sebuah energi suplai di dunia. Banyak negara yang menggunakan energi solar. Sejak Indonesia adalah negara tropis dan terletak di garis katulistiwa, negara ini memiliki sumber solar energi yang berlimpah. Banyak dari daerah Indonesia yang terkena radiasi soalr dengan rata rata per hari mencapai 4 kWh/m<sup>2</sup>. Bedasarkan data yang diperoleh dari 18 lokasi di Indonesia, distribusi radiasi solar dibagi menjadi dua menjadi bagian barat dan bagian timur. Diperkirakan distribusi solar radiasi sekitar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Dalam upaya membangun energi solar sistem, pemerintah mencoba membuat bermacam strategi. Bagaimanapun, banyak tantangan yang perlu diperhatikan untuk membangun strategi ini seperti biaya yang tinggi. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada keuangan untuk biaya pembangunan, tetapi juga mengurangi peminatan komunitas lokal untuk menggunakan sistem ini karena biaya yang mahal. Karena masalah ini, pengembangan sistem solar energi sangat berpengaruh dengan adanya dana bantuan dari pemerintah.

### **2.5.2 Konsumsi Energi Final**

Sejalan dengan meningkatnya laju pembangunan dan meningkatnya pola hidup masyarakat, konsumsi energi di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan ini terjadi hampir pada semua sektor yang mencakup sektor industri, transportasi, komersial, rumah tangga, pembangkit listrik dan sektor lainnya. Selain biomassa, konsumsi energi final di Indonesia selama ini masih bertumpu pada energi fosil terutama bahan bakar minyak (BBM). Meskipun peran energi fosil lainnya seperti batubara dan gas bumi belum setinggi BBM, namun kedua jenis energi tersebut mengalami peningkatan yang cukup tinggi.

Perkembangan konsumsi energi berdasarkan sektor pengguna di Indonesia tahun 2003-2013 memperlihatkan total



konsumsi energi final pada periode 2003-2013 terus mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 4,1% per tahun. Total konsumsi energi final meningkat dari 117 juta TOE pada tahun 2003 menjadi 174 juta TOE di tahun 2013.

Pada tahun 2013, Sektor industri merupakan sektor dengan pangsa konsumsi energi final terbesar yaitu sebesar 33% diikuti oleh sektor rumah tangga sebesar 27% dan sektor transportasi sebesar 27%. Sedangkan sektor komersial, sektor lainnya dan penggunaan untuk bahan baku 10%.

Berdasarkan jenis energi, BBM masih merupakan sumber energi fosil yang penting bagi Indonesia, meskipun pangsaanya turun sebesar 59% pada tahun 2003, menjadi 48% pada tahun 2013. Pada periode yang sama pangsa batubara naik dari 12% menjadi 19%, gas bumi turun dari 17% menjadi 14%, LPG naik dari 2% menjadi 5%, dan listrik naik dari 10% menjadi 13%.

#### **2.5.2.1 Sektor Industri**

Pada tahun 2013 konsumsi energi di sektor industri masih mengandalkan pasokan energi fosil terutama batubara, gas, BBM, LPG dan tentu saja listrik sebagai konsumsi energi final. Pemakaian batubara dan produk BBM lainnya (seperti pelumas, lilin, dan lain sebagainya) dari tahun 2003 hingga 2013 mengalami kenaikan cukup tinggi (Grafik 3.17). Kenaikan tersebut disebabkan didorong oleh tingginya konsumsi pada industri padat energi seperti tekstil, semen, keramik dan baja serta pengalihan penggunaan BBM akibat dari semakin mahalnya harga BBM. Total konsumsi energi final di sektor industri pada tahun 2003 sebesar 44,98 juta TOE dan menjadi sebesar 71,62 juta TOE pada tahun 2013 atau naik rata-rata sebesar 4,5% per tahun.

Pangsa konsumsi batubara pada sektor industri periode 2003-2013 naik dari 21,1% menjadi 34,7% atau tumbuh rata-rata sebesar 10% per tahun, sedangkan pangsa kebutuhan produk BBM lainnya meningkat dari 7,3% menjadi 13,6% atau naik rata-rata sebesar 11,5% per tahun. Kebutuhan gas, meskipun

secara volume mengalami kenaikan sebesar 3,25% per tahun, namun kontribusi terhadap total konsumsi mengalami penurunan. Jika pada tahun 2003 pangsa kebutuhan gas sebesar 27,8%, namun pada tahun 2013 turun menjadi sebesar 24,0%.

Sementara itu, konsumsi jenis BBM, LPG, Biomassa dan Briket pada sektor industri mengalami penurunan. Konsumsi BBM secara volume, antara tahun 2003 dan 2013 mengalami penurunan rata-rata sebesar 1,7% per tahun. Adapun pangsaanya, turun cukup signifikan dari 21,2% menjadi 11,3%. Konsumsi LPG mengalami penurunan sebesar 1,5% per tahun dan pangsaanya turun dari 0,2% pada tahun 2003 menjadi 0,1% pada tahun 2013. Pada periode yang sama konsumsi biomassa mengalami penurunan sebesar 1,22% per tahun sementara pangsaanya turun dari 15,5% pada tahun 2003 menjadi 8,6% pada tahun 2013. Adapun kebutuhan briket sangat kecil dan semakin menurun di tahun terakhir.

Berdasarkan jenis industrinya, industri semen dan bahan galian bukan logam dan industri pupuk, kimia dan bahan dari karet merupakan sektor industri yang memakai energi cukup besar yaitu sebesar 20,4% dan 19,6%, diikuti oleh industri makanan, minuman dan tembakau sebesar 18,3%.

### **2.5.2.2 Sektor Transportasi**

Sektor transportasi merupakan sektor yang paling besar mengkonsumsi BBM dibanding sektor lainnya. Pada tahun 2006, konsumsi BBM pada sektor ini mulai disubstitusi dengan bahan bakar biofuel baik biodiesel maupun biopremium.

Jenis BBM yang paling banyak digunakan di sektor transportasi darat adalah bensin dan minyak solar. Pangsa bensin dan minyak solar terhadap total konsumsi bahan bakar di sektor transportasi mencapai pada tahun 2003 masing-masing sebesar 53,1% dan sebesar 39,3%, pada tahun 2003 dan pada tahun 2013 sebesar 51,0% dan 20,7%. Sebagian dari kedua jenis bahan bakar tersebut masih impor dikarenakan produksi kilang minyak dalam negeri yang tidak mencukupi. Pemanfaatan gas (CNG) dan listrik

pada sektor transportasi masih sangat kecil ( $>0,5\%$ ) dari total konsumsi total. Sementara bahan bakar nabati, sejak diperkenalkan tahun 2006 meningkat dari 20 ribu TOE pada tahun 2006 menjadi 986 ribu TOE pada tahun 2013. Penjualan produk biopremium berhenti pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2012 disebabkan harga jual dari produsen ke Pertamina dianggap tidak ekonomis.

### **2.5.2.3 Sektor Rumah Tangga**

Dengan semakin membaiknya perekonomian baik di perkotaan maupun pedesaan, pola konsumsi energi di sektor rumah tangga mengalami pergeseran. Konsumsi minyak tanah untuk keperluan memasak beralih ke gas, elpiji atau listrik. Dalam kurun waktu 2003-2013, total kebutuhan energi (termasuk biomassa) di sektor rumah tangga meningkat sebesar 42,96 juta TOE tumbuh  $0,8\%$  per tahun dari tahun 2003 menjadi 47,11 juta TOE pada tahun 2013. Dari jumlah tersebut, kebutuhan biomassa mencapai  $71\%$  pada tahun 2003 dan relatif tetap pada tahun 2013. Sementara kebutuhan minyak tanah beralih ke LPG, sebagai dampak program substitusi energi. Jika kebutuhan minyak tanah mengalami penurunan sebesar  $19,3\%$  per tahun, sebaliknya LPG mengalami kenaikan sebesar  $20,7\%$  per tahun. Jika pada tahun 2003 pangsa minyak tanah dan LPG masing-masing sebesar  $19,4\%$ , dan  $2,5\%$ , maka pada tahun 2013 keduanya berubah menjadi  $1,8\%$ , dan  $13,3\%$ . Untuk kebutuhan listrik, selama tahun 2003-2013 telah mengalami kenaikan rata-rata sebesar  $8,0\%$  per tahun. Sementara kebutuhannya meningkat dari  $7,1\%$  pada tahun 2003 menjadi  $13,9\%$  pada tahun 2013.

Penggunaan gas masih sangat kecil ( $0,03\%-0,04\%$ ) meskipun kecenderungannya mengalami kenaikan sebesar  $2,1\%$  per tahun. Dilihat dari penggunaannya, sebagian besar energi seperti minyak tanah, gas dan elpiji yang dikonsumsi sektor rumah tangga digunakan untuk memasak. Sedangkan listrik digunakan terutama untuk penerangan. Untuk daerah pedesaan yang belum terlistriki, minyak tanah masih digunakan masyarakat

untuk penerangan dan memasak, namun penggunaannya di rumah tangga terus mengalami penurunan akibat pengantian/substitusi.

#### **2.5.2.4 Sektor Komersial**

Sektor komersial merupakan gabungan dari beberapa kegiatan usaha yaitu meliputi keuangan, perdagangan, pariwisata dan jasa. Sebagian besar usaha-usaha tersebut sangat bergantung pada energi listrik dan BBM guna menunjang kegiatan operasional. Dalam porsi kecil, sektor komersial memanfaatkan juga biomassa, gas, elpiji, minyak tanah, minyak diesel dan solar.

Dengan laju pertumbuhan sekitar 5,9% per tahun, konsumsi energi sektor komersial telah meningkat dari 3,1 juta TOE pada tahun 2003 menjadi 5,5 juta TOE pada tahun 2013. Pada sektor ini, konsumsi listrik mempunyai pangsa terbesar, dimana pada tahun 2003 pangsa konsumsi listrik sebesar 49,8% meningkat menjadi 73,4% pada tahun 2013 dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 10,1% per tahun. Konsumsi BBM terus mengalami penurunan sebesar 2,9% per tahun, tetapi pangsa konsumsinya relatif besar yaitu sebesar 16,4% pada tahun 2013. Sedangkan konsumsi biomassa pada sektor ini terus menurun rata-rata 0,5% per tahun, yaitu dari 6,4% pada tahun 2003 menjadi 3,4% pada tahun 2013. Sementara untuk konsumsi gas, meskipun pangsa penggunaannya masih kecil, namun pertumbuhan konsumsinya cukup tinggi, yaitu dari 22,02 ribu TOE pada tahun 2003 menjadi 198,60 ribu TOE pada tahun 2013. Adapun untuk kebutuhan LPG, mengalami penurunan dari 131,43 ribu TOE pada tahun 2003 menjadi 176,44 juta TOE pada tahun 2013 atau turun rata-rata sebesar 3,0% per tahun.

#### **2.5.2.5 Sektor Lainnya**

Sektor lainnya meliputi sektor pertambangan, konstruksi, perikanan, pertanian dan perkebunan. Jenis energi yang digunakan pada sektor ini hanya terbatas pada jenis BBM saja. Konsumsi energi untuk sektor lainnya relatif konstan bahkan mengalami penurunan dibanding dengan sektor ekonomi lainnya.

Konsumsi pada tahun 2003 sebesar 3,95 juta TOE dan meningkat menjadi 4,01 juta TOE pada tahun 2013 atau naik rata-rata sebesar 1,4% per tahun. Berdasarkan jenisnya, pada periode yang sama minyak solar memiliki pangsa kebutuhan tertinggi yaitu berkisar antara 66,7% - 73,7%, diikuti bensin sebesar 8,6% - 17,4%, dan kebutuhan lainnya sebesar 1%-7%.

#### **2.5.2.6 Sektor Pembangkit Listrik**

Kebutuhan listrik di Indonesia saat ini dipasok oleh pembangkit listrik PLN dan non PLN (IPP) atau captive power yang biasanya dimiliki oleh industri-industri besar dan menengah yang belum tersambung dengan jaringan listrik PLN. Penggunaan captive power juga merupakan salah satu cara industri untuk mendapatkan listrik yang lebih handal dan ekonomis.

Perkembangan kapasitas pembangkit listrik mulai tahun 2003 sampai dengan tahun 2013, dalam kurun waktu tersebut, total pembangkit listrik di Indonesia mengalami kenaikan rata-rata sebesar 7,3% per tahun. PLTG memiliki laju pertumbuhan tertinggi sebesar 10% per tahun, dan laju pertumbuhan PLTU rata-rata sebesar 9,3% per tahun. Jika dilihat pangsa pada tahun terakhir, PLTU merupakan yang terbesar yaitu 46,7% disusul PLTGU, PLTD masing-masing sebesar 19,3% dan 11,6%. Sementara pangsa pembangkit listrik berbasis energi baru dan terbarukan masih cukup rendah, yaitu PLTA sebesar 9,9%, PLTP sebesar 2,6% dan EBT lainnya masih di bawah 0,5%.

Untuk pembangkit listrik berbahan bakar fosil, dalam sepuluh tahun terakhir (2003- 2013), PLTU Batubara meningkat sebesar 10,0%, PLT berbasis Gas meningkat sebesar 8,3%, PLT berbasis BBM IDO dan minyak bakar (FO) masing-masing menurun sebesar 20,4% dan 7,4%. Sementara PLT berbasis HSD meningkat sebesar 2,3%. Perkembangan produksi listrik dalam periode 2003-2013 ditunjukkan pada Gambar 2.18. Produksi dari PLTU meningkat sebesar 6,9% per tahun, dengan komposisi PLTU Batubara meningkat sebesar 8,9%, sementara PLTU

Minyak menurun sebesar 18,0% dan PLTU Gas meningkat sebesar 16,0% per tahun. Untuk PLTG dan PLTGU masing-masing meningkat sebesar 13,7% per tahun dan 2,5% per tahun. Adapun untuk pembangkit listrik berbasis energi baru dan terbarukan, pertumbuhannya masih rendah yaitu sebesar 4,4% per tahun untuk PLTA dan sebesar 3,9% per tahun untuk PLTP dan untuk pembangkit EBT lainnya sangat kecil.

## **2.6 Kebijakan Energi di Indonesia**

### **2.6.1 Diversifikasi Energi**

Diversifikasi energi terus didorong oleh Pemerintah dalam rangka mengurangi ketergantungan akan minyak bumi dan meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan. Hal ini berdampak terhadap penurunan biaya energi dan peningkatan ketahanan energi nasional. Seperti diketahui bahwa BBM merupakan jenis energi fosil dengan harga tertinggi, padahal Indonesia mempunyai cadangan batubara, gas bumi, dan energi baru dan terbarukan (EBT) yang potensial digunakan sebagai pengganti BBM. Pemanfaatan energi fosil non-BBM dan EBT secara optimum akan meningkatkan ketahanan energi dan menurunkan biaya energi nasional. Untuk itu, Kementerian ESDM pada tahun 2013 dan 2014 telah menetapkan berbagai regulasi dalam rangka mendorong pemanfaatan energi terbarukan dan gas bumi untuk transportasi.

Kebijakan pemanfaatan BBN telah direvisi dengan ditetapkannya Peraturan Menteri ESDM 25/2013. Perubahan ini diantaranya dimaksudkan untuk meningkatkan target pemanfaatan biodiesel dari 20% pada tahun 2025 menjadi 30% (khusus untuk pembangkit listrik) dan menurunkan target pemanfaatan bioethanol pada tahun 2015 hingga 2020 dan meningkatkan pemanfaatannya menjadi 20% pada tahun 2025.

Kebijakan pemanfaatan energi surya ditetapkan melalui Peraturan Menteri ESDM 17/2013. Harga pembelian listrik PLTS oleh PT PLN (Persero) sebesar 25 Dolar/kWh dan atau menjadi

30 Dolar/kWh apabila tingkat komponen dalam negeri mencapai 40%. Wilayah pembelian tenaga listrik oleh PT PLN (Persero) ditetapkan oleh Pemerintah.

Kebijakan pemanfaatan sampah kota ditetapkan melalui Peraturan Menteri ESDM 19/2013. Harga pembelian tenaga listrik oleh PT PLN (Persero) adalah untuk teknologi landfill sebesar 1.250 Rupiah/kWh (tegangan rendah, TR) dan 1.598 Rupiah/kWh (tegangan menengah, TM), sedangkan untuk teknologi incenerator adalah 1.450 Rupiah/kWh (TR) dan 1.798 Rupiah/kWh (TM).

Kebijakan pemanfaatan PLTA berkapasitas maksimum 10 MW diatur melalui Peraturan Menteri ESDM 12/2014. Harga pembelian tenaga listrik PLTA oleh PT PLN (Persero) minimum  $770 \times F$  (tahun ke 9 s.d. 20) dan maksimum  $1270 \times F$  (tahun ke 1 s.d. 8) dengan faktor  $F$  antara 1 s.d. 1,6 (tergantung wilayah).

Kebijakan pemanfaatan BBG diatur dalam Peraturan Menteri ESDM 8/2014. Pemerintah menugaskan badan usaha untuk penyediaan dan pendistribusian BBG yang disertai pemberian alokasi gas bumi dan harga gas bumi selama 5 tahun dan dapat diperpanjang. Alokasi gas bumi diatur dalam Peraturan Menteri ESDM 19/2010, serta harga gas bumi sebagai throughput SPBG dan harga BBG diatur dalam Keputusan Menteri ESDM 2932K/12/ MEM/2010.

### **2.6.2 Konservasi Energi**

Berdasarkan Southeast Asia Energy Outlook, September 2013, terlihat bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia gagal mendorong pemanfaatan teknologi efisien, sehingga intensitas energi (TOE/kapita) selama tahun 1980, 1990, 2000, dan 2011 relatif konstan. Hal ini terjadi karena konsumen energi menggunakan teknologi konvensional, pelaksanaan konservasi energi belum berlangsung secara terencana dan masif, serta masih adanya harga energi yang disubsidi.

Kebijakan konservasi energi yang tertuang dalam Rencana Induk Konservasi Energi Nasional (RIKEN) masih produk lama

karena disusun oleh Badan Koordinasi Energi Nasional pada tahun 1995. Kebijakan RIKEN sebagai pengganti RIKEN 1995 sudah disusun pada tahun 2005 dan 2011 tetapi tidak jadi ditetapkan oleh Kementerian ESDM. Pada RIKEN 1995 belum jelas roadmap, kelembagaan, dan penanggung jawab kegiatan.

Terkait dengan hal itu, pada tahun 2013 dan 2014, KESDM khususnya Direktorat Konservasi Energi DJEBTKE KESDM telah menyusun draft RIKEN sebagai penjabaran dari amanat UU 30/2007 tentang Energi dan amanat Peraturan Pemerintah 70/2009 tentang Konservasi Energi. Draft RIKEN 2014 ini memuat sasaran, pokok-pokok kebijakan, program, dan langkah-langkah konservasi energi yang menjadi tanggung jawab pemerintah, pemerintah daerah provinsi, pemerintah kabupaten/kota, pengusaha, dan masyarakat, mulai dari hulu sampai hilir. Sasaran RIKEN 2014 masih dibuat tersendiri dan belum sesuai dengan sasaran konservasi energi dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) karena RUEN masih dalam tahap penyusunan. Dengan RIKEN 2014 ini diharapkan setiap penanggung jawab konservasi dapat melakukan kegiatan konservasi energi sesuai dengan tanggung jawabnya. Selain itu, dengan RIKEN 2014 juga ditetapkan pentingnya pemantauan pencapaian hasil konservasi energi oleh masing-masing penanggung jawab.

Pada tahun 2014 juga telah ditetapkan Permen ESDM 18/2014 tentang pembubuhan label tanda hemat energi untuk lampu swaballast. Permen ini ditetapkan karena Permen ESDM 06/2011 tentang hal yang sama, belum mengatur secara rinci mengenai penerapan labelisasi tanda hemat energi.

### **2.6.3 Subsidi Energi**

Sebagian pemanfaatan energi di Indonesia masih disubsidi, antara lain bensin premium, minyak solar, biofuel untuk transportasi, minyak tanah untuk konsumen tertentu, paket LPG tabung 3 kg, dan listrik untuk konsumen tertentu. Pada 2013, realisasi subsidi BBM dari 199 triliun Rupiah naik sebesar 5,2



triliun Rupiah dibandingkan dengan anggaran subsidi BBM 2013, meskipun harga BBM bersubsidi telah dinaikkan.

Kondisi pada tahun anggaran 2014 ini tidak jauh dari 2013. Statistik Bank Indonesia menunjukkan defisit neraca perdagangan minyak dan gas naik menjadi 3,2 miliar Dolar pada kuartal kedua 2014, naik dari defisit sebesar 2,1 miliar Dolar pada periode yang sama tahun sebelumnya.

Sementara itu, neraca perdagangan non-minyak dan gas, Indonesia mencatat surplus 2,7 miliar Dolar pada kuartal kedua, lebih tinggi dibandingkan surplus tahun lalu sebesar 1,5 miliar Dolar. Selama beberapa tahun subsidi energi meningkat terus menerus. Pada tahun 2011 subsidi energi sebesar 195,3 triliun Rupiah meningkat menjadi 268 triliun Rupiah di 2013 pada tingkat 1,7% per tahun. Yang menarik adalah bahwa realisasi subsidi energi selalu lebih besar dari anggaran yang dialokasikan.

Pada akhir tahun 2014 diperkirakan total subsidi energi akan meningkat menjadi lebih dari 300 triliun Rupiah yang akan makin membebani anggaran belanja negara. Kondisi ini menjadi dasar pertimbangan bahwa subsidi harus dikurangi agar ruang fiskal lebih longgar untuk alokasi dana bagi pelaksanaan program pembangunan yang lebih bermanfaat.

Strategi yang dapat diambil pemerintah untuk mengurangi beban subsidi energi antara lain:

- Menghapus atau mengurangi subsidi BBM dan listrik dengan menaikkan harga BBM bersubsidi serta menaikkan tarif dasar listrik sampai pada tingkat harga keekonomiannya.
- Substitusi BBM dengan bahan bakar nabati untuk mengurangi impor BBM.
- Menggantikan kereta rel diesel dengan kereta rel listrik diseluruh Indonesia.
- Penggunaan CNG pada kendaraan umum perkotaan, kendaraan dinas.
- Pengembangan kendaraan pribadi bertenaga listrik, dimulai dari kendaraan dinas dengan unit pengisian daya di kantor

dan kemudian dilanjutkan dengan komersialisasi dari kendaraan pribadi bertenaga listrik.

#### **2.6.4 Feed in Tariff**

Pada tahun 2014 ditetapkan dua kebijakan Feed-in Tariff (FiT), yaitu tentang panas bumi dan tenaga air. FiT panas bumi dikeluarkan dalam rangka mempercepat pengembangan panas bumi, sehingga pengaturan pembelian tenaga listrik dari PLTP oleh PT PLN (Persero) sebagaimana diatur dalam Permen ESDM 22/2012 perlu ditata kembali.

Dalam Permen ESDM 17/2014 tentang pembelian tenaga listrik dan PLTP dan uap panas bumi untuk PLTP oleh PT PLN (Persero) berasal dari pemegang IUPTL yang menggunakan panasbumi dari IUP atau pemegang kuasa. Harga patokan merupakan harga tertinggi dengan mempertimbangkan commercial operation date (COD) dan wilayah. Harga patokan tertinggi pada tahun 2015 adalah 11,8 Dolar/kWh (wilayah I), 17,0 Dolar/kWh (wilayah 2), dan 25,4 Dolar/kWh (wilayah 2I). Harga patokan tertinggi meningkat pada tahun 2025 karena eskalasi menjadi 15,9 Dolar/kWh (wilayah I), 23,3 Dolar/kWh (wilayah 2), dan 29,6 Dolar/ kWh (wilayah 2I). Harga patokan tertinggi tersebut lebih besar dibanding dengan harga patokan tertinggi yang ditetapkan dalam Permen ESDM 22/2012, dan dinyatakan tidak berlaku dengan adanya Permen ESDM 17/2014.

Permen ESDM 22/2014 tentang perubahan Permen ESDM 12/2014 tentang pembelian tenaga listrik dari PLTA oleh PT PLN (Persero) disusun dalam rangka memaksimalkan pemanfaatan potensi tenaga air dari waduk/bendungan dan/atau saluran irigasi yang pembangunannya bersifat multiguna untuk PLTA serta untuk menjaga keberlangsungan operasi PLTA sampai dengan 10 MW yang sudah beroperasi. Dengan kebijakan peningkatan harga pembelian listrik tersebut diharapkan pengoperasian PLTA sd 10 MW dapat tetap berlangsung dan dapat mendorong pembangunan PLTA baru.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

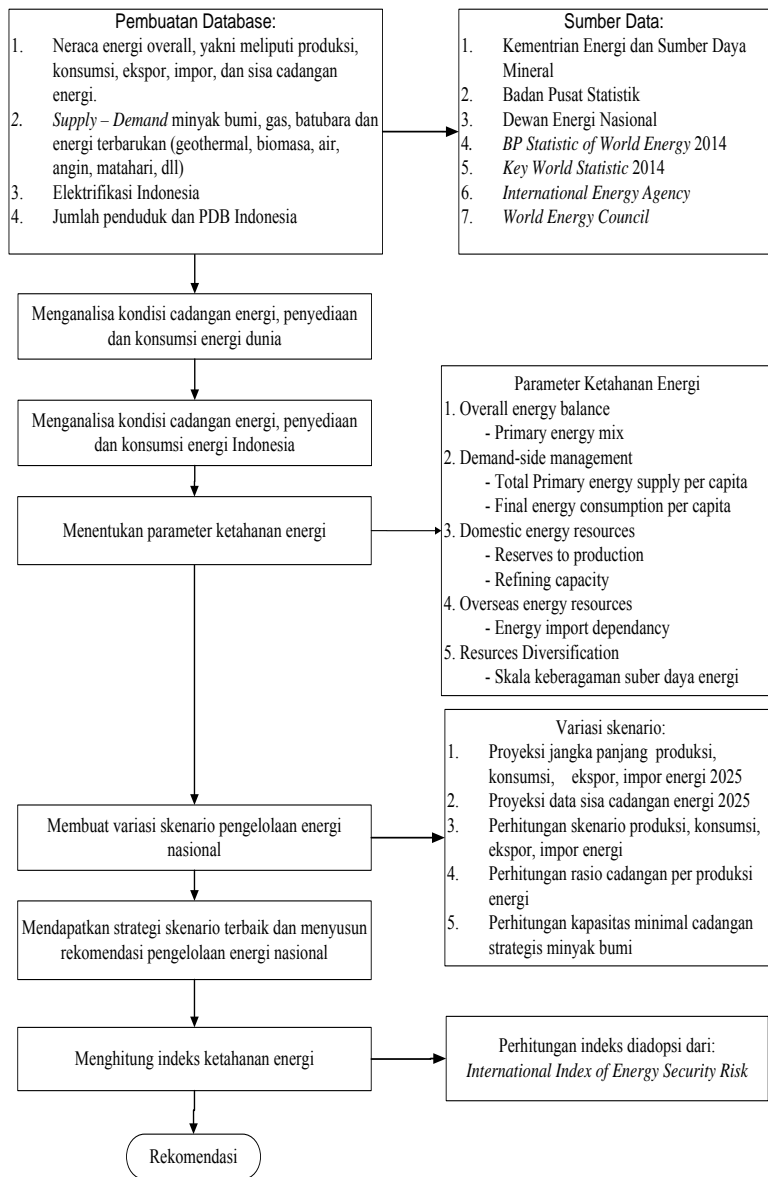
#### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kondisi cadangan dan ketahanan energi nasional yang akan menciptakan suatu rekomendasi serta memperlihatkan indeks ketahanan energi nasional di Indonesia secara kuantitatif.

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data – data yang diperlukan pada tahun (2009-2013), kemudian data – data tersebut diolah dan membuat komparasi kondisi dan ketahanan energi dengan negara lain seperti, USA, Germany, Rusia, Inggris, Jepang, China, Korea Selatan, Singapura, Thailand, India.

Perhitungan indeks ketahanan energi pada analisa ini menggunakan metode *Key Performance Indicator*, yakni penilaian secara relatif dan kuantitatif terhadap masing-masing parameter yang akan kami perhitungkan dalam penelitian ini, yang nantinya akan menghasilkan indeks atau skor yang dapat dibandingkan dengan masing-masing negara. Perhitungan indeks ketahanan energi juga diadopsi dari *International Index of Energy Security Risk*.

Proses pengolahan data akan menggunakan software *Microsoft Excel* sebagai alat bantu perhitungan dan perekapan data. Adapun prosedur penelitian diperlihatkan secara skematis pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Metode Penelitian

### 3.1.1 Data

Untuk menunjang analisa ini, diperlukan data - data lengkap. Data yang harus dicari adalah sebagai berikut :

1. Neraca energi overall, yakni meliputi produksi, konsumsi, ekspor, impor, dan sisa cadangan energy Dunia
2. *Supply – Demand* minyak bumi, gas, batubara dan energi terbarukan (geothermal, biomasa, air, angin, matahari, dll) Indonesia
3. Elektrifikasi Indonesia
4. Power Plant (PLN&IPP)
5. Jumlah penduduk dan PDB Indonesia
6. Peraturan perundang undangan
7. Peraturan pemerintah
8. Peraturan presiden

Adapun data – data yang diperoleh berasal dari berbagai sumber sebagai berikut:

1. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
2. Badan Pusat Statistik
3. Dewan Energi Nasional
4. *BP Statistic of World Energy* 2014
5. *Key World Statistic* 2014
6. *International Energy Agency*
7. *World Energy Council*

### 3.2. Parameter Ketahanan Energi

Adapun parameter-parameter yang akan digunakan untuk memperhitungkan indeks ketahanan energi nasional ini kami adaptasi dari Kanchana dan Unesaki (2014), dan disajikan berupa Tabel 3.1.

Untuk memperhitungkan diversifikasi energi, digunakan *Shannon-Wiener Index* (SWI) sebagai metode perhitungan skala keberagaman energi. Menurut Chih dan Wen (2013), SWI biasa digunakan untuk memperhitungkan skala keberagaman energi, dan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$\sum_i p_i \ln(p_i) \quad (3.1)$$

**Tabel 3.1** Parameter Indeks Ketahanan Energi Nasional

<b>Komponen</b>	<b>Metrik</b>	<b>Satuan</b>	<b>Definisi</b>
<i>Overall Energy Balance</i>	<i>Primary Energy Mix</i>	% share jumlah batu bara, minyak bumi, dan gas alam	Persentase jumlah batu bara, minyak bumi, dan gas alam dibandingkan dengan total sumber energi.
<i>Demand-side Management</i>	<i>Total Primary Energy Supply per capita</i>	Ton oil equivalent /capita	Total produksi energi primer per kepala penduduk.
	<i>Final Energy Consumption per Capita</i>	Ton oil equivalent /capita	Konsumsi produk energi akhir per kepala penduduk.
<i>Domestic Energy Resources</i>	<i>Self-sufficiency</i>	<i>Reserves-to-production, ratio</i>	Rasio jumlah cadangan energi terhadap jumlah produksi.
	<i>Refining Capacity</i>	Barrel/day	Kapasitas kilang minyak dalam barel/hari.
<i>Overseas Energy Resources</i>	<i>Energy Import Dependency</i>	<i>Energy Import Dependency Rate</i>	Skala kebergantungan terhadap impor, berupa jumlah impor dibandingkan dengan kebutuhan domestic.
<i>Resource Diversification</i>	Skala keberagaman sumber daya energi	<i>Shannon Wiener Index (SWI)</i>	Tingkat keberagaman energi dalam skala SWI.

### 3.3 Pengolahan Data

Langkah berikutnya dalam penelitian ini adalah perekapan dan pembuatan database data-data yang diperlukan . Untuk memudahkan perekapan data digunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* agar bisa sekaligus merekap dan menghitung data.

#### 3.3.1 Proyeksi Produksi, Konsumsi, Impor, dan Ekspor Energi

Dari data-data yang sudah direkap, selanjutnya adalah memproyeksikan data produksi, konsumsi, impor, dan ekspor energi Indonesia. Proyeksi data energi produksi, konsumsi, impor, dan ekspor diperhitungkan dengan metode *trend projection*, yakni metode peramalan serangkaian waktu yang sesuai dengan garis tren terhadap serangkaian titik-titik data masa lalu, kemudian diproyeksikan ke dalam peramalan masa depan untuk peramalan jangka menengah dan jangka panjang. Perhitungan dilakukan dengan persamaan garis :

$$y = a + b$$

dengan :  
y = variabel yang akan diprediksi  
a = konstanta  
b = kemiringan garis regresi  
t = variabel waktu

kemudian dengan metode kuadrat terkecil didapatkan :

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

#### 3.3.2 Proyeksi Data Sisa Cadangan Energi

Proyeksi data cadangan energi dihitung dengan persamaan :

$$c_n = c_0 - \{nx_0 \frac{(x_n - x_0)(n + 1)}{2}\}$$

dengan :  $c_n$  = sisa cadangan pada tahun ke-n  
 $c_0$  = sisa cadangan pada tahun patokan awal  
 $x_0$  = produksi pada tahun patokan awal  
 $x_n$  = produksi pada tahun ke-n

### 3.3.3 Perhitungan Skenario Produksi, Konsumsi, Impor, dan Ekspor Energi

Perhitungan skenario produksi, konsumsi, impor, dan ekspor energi menggunakan perhitungan persentase perubahan terhadap kondisi pada tahun sebelumnya. Perhitungan menggunakan persamaan :

$$x_0 = x_0(100\% + a\%)^n$$

dengan :  $x_0$  = kondisi tahun patokan awal  
 $a\%$  = persentase perubahan skenario  
 (peningkatan atau penekanan)

### 3.3.4 Perhitungan Rasio Cadangan per Produksi Energi

Perhitungan rasio cadangan per produksi energi dilakukan dengan persamaan :

$$R/P = \text{cadangan tahun } n / \text{laju produksi tahun } n$$

Berikut adalah contoh perhitungan cadangan per produksi batu bara Indonesia pada tahun 2013.

Cadangan batu bara 2013 = 134238244.3 ribu BOE

Produksi batu bara 2013 = 1886137.0 ribu BOE/tahun

$$R/P = \frac{1342238244.3 \text{ ribu BOE}}{1886137.0 \text{ ribu BOE/tahun}} = 71.17 \text{ tahun}$$

### 3.3.5 Perhitungan Kapasitas Minimal Cadangan Strategis Minyak Bumi

Perhitungan kapasitas minimal cadangan strategis minyak bumi dihitung dengan persamaan :



$$\text{Kapasitas cadangan} = \frac{\text{net impor}}{365} \times \text{target hari}$$

dengan: net impor = selisih impor dikurangi ekspor pada tahun n

target hari = target jumlah hari cadangan bertahan

### **3.3.6 Perhitungan Indeks Ketahanan Energi**

Perhitunagn indeks ketahanan energi menggunakan parameter yang digunakan oleh Kanchana dan Unesaki (2014) serta metode perhitungan mengadaptasi perhitungan indeks ketahanan energi Institute for 21<sup>st</sup> Century Energy. Perhitungan nilai per parameter menggunakan persamaan :

$$\text{Nilai per parameter} = \text{performa relatif} \times \text{bobot}$$

dengan :      performa relatif = performa negara dibandingkan dengan performa negara patokan  
bobot = tingkat kepentingan parameter yang dihitung

Performa negara patokan yang digunakan adalah Indonesia, sehingga skor indeks ketahanan energi Indonesia adalah 1.00. Kemudian untuk menghitung indeks ketahanan energi total menggunakan persamaan :

$$\text{Indeks total} = \text{total nilai per parameter}$$

Dari perhitungan ini akan terlihat posisi ketahanan energi Indonesia diantara negara negara lain. Dengan mencoba beberapa model skenario, akan didapatkan skenario yang memiliki efek paling signifikan bagi perkembangan ketahanan energi Indonesia sehingga terciptanya rekomendasi - rekomendasi berupa kebijakan bagi sistem pengelolaan energi di Indonesia.

Berikut adalah contoh perhitungan indeks ketahanan energi Jepang:

Parameter	Performa	Performa Relatif	Bobot	Nilai per Parameter
Primary Energy Mix	93.62	1.03	0.22	0.230
TPES/capita	3.55	4.08	0.22	0.907
Final Energy Consumption	478.00	0.34	0.11	0.037
Self-sufficiency	67.00	0.86	0.17	0.144
Refining Capacity	4254.00	4.09	0.06	0.227
Import Dependancy	0.91	0.02	0.11	0.002
SWI	0.00	0.00	0.11	0.000

$$\begin{aligned}
 \text{Indeks total Jepang} &= 0.230 + 0.907 + 0.037 + 0.144 + \\
 &0.227 + 0.002 + 0.000 \\
 &= 1.546 = 1.5
 \end{aligned}$$

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **4.1. Analisa Permasalahan Energi Saat Ini**

Dari data BP Statistical Review of World Energy 2014, dapat dilihat energi balance dunia saat ini mulai dari tingkat produksi, konsumsi, hingga sisa cadangan energi masing-masing negara. Dari data-data tersebut dapat dilihat kondisi kekinian energi mulai dari lingkup dunia, Asia, dan ASEAN sebagai pembanding bagi Indonesia. Dari berbagai macam negara diambil beberapa negara pembanding Indonesia sebagai representasi perwakilan lingkup-lingkup tersebut yakni Amerika Serikat, Rusia, dan Jerman untuk lingkup dunia. China, Jepang, India, dan Korea Selatan diambil sebagai pembanding lingkup Asia. Malaysia, Singapura, dan Thailand diambil sebagai pembanding lingkup ASEAN.

Salah satu poin utama dalam konsep ketahanan energi adalah kemampuan suatu negara untuk memenuhi kebutuhan energi di dalam negaranya sendiri dalam kondisi yang darurat sekalipun. Oleh karena itu, tingkat konsumsi energi dalam negeri masing-masing negara sangat berpengaruh terhadap ketahanan energi negara masing-masing. Berikut ini adalah data perbandingan konsumsi energi Indonesia dibandingkan dengan beberapa negara sebagai pembanding dalam jangka waktu tahun 2009-2013 seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Indonesia sampai saat ini masih tergolong sebagai negara dengan tingkat konsumsi energi di regional ASEAN. Seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.1, meskipun untuk lingkup dunia tingkat konsumsi energi Indonesia masih berada di bawah beberapa negara-negara maju, akan tetapi untuk lingkup ASEAN Indonesia masih berada pada posisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan negara-negara yang dianggap sebagai pesaing Indonesia.

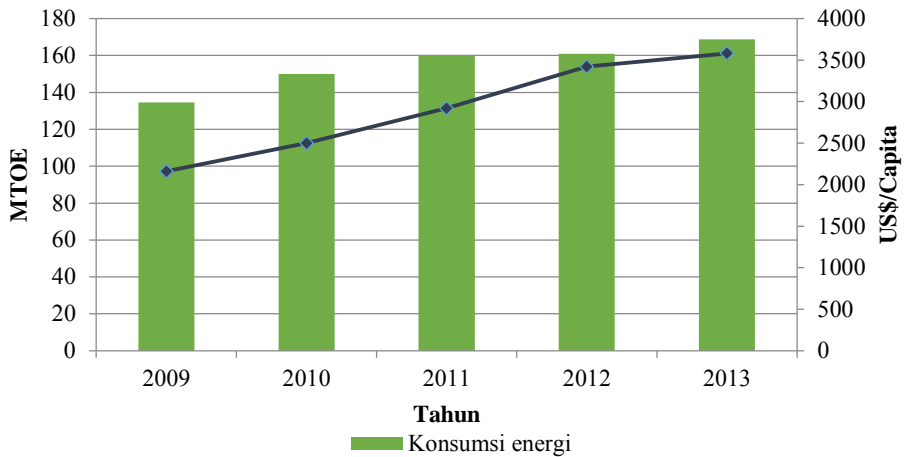
**Tabel 4.1** Konsumsi energi berbagai negara 2009-2013  
dalam MTOE

(Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014)

<b>Negara</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
China	2,104.3	2,339.6	2,544.8	2,731.1	2,852.4
USA	2,205.9	2,284.9	2,265.4	2,208.0	2,265.8
Rusia	647.8	674.1	695.9	699.3	699.0
India	483.8	510.2	534.6	573.3	595.0
Jepang	477.5	506.8	481.2	478.0	474.0
Jerman	307.8	322.5	307.5	317.1	325.0
Korsel	237.4	254.6	267.8	270.9	271.3
Indonesia	134.5	150.0	159.8	161.0	168.7
Thailand	97.2	102.7	107.1	115.3	115.6
Malaysia	71.5	77.5	76.6	80.2	81.1
Singapura	64.5	70.6	73.7	74.1	75.7

Hal ini bisa jadi disebabkan oleh beberapa hal, antara lain jumlah penduduk Indonesia yang memang jauh lebih banyak dibandingkan dengan negara-negara seperti Thailand, Malaysia, dan Singapura. Namun hal ini justru membuat beban ketahanan energi Indonesia menjadi lebih berat dikarenakan jumlah energi yang harus disediakan untuk memenuhi kebutuhan domestik menjadi lebih besar. Beban ini bisa dipastikan juga akan semakin berat dikarenakan akan meningkatnya tingkat konsumsi energi Indonesia seiring dengan meningkatnya perekonomian Indonesia seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.1, di mana semakin tinggi kemampuan ekonomi suatu masyarakat akan semakin memacu perilaku konsumtif dan berdampak pada meningkatnya taraf hidup masyarakat tersebut. Tidak hanya dipengaruhi tingkat ekonomi, peningkatan konsumsi energi juga akan disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk Indonesia seperti menurut

Badan Pusat Statistik (2015) pada Tabel 4.2, di mana peningkatan jumlah penduduk jelas akan berbanding lurus dengan konsumsi energi suatu negara.



**Gambar 4.1** Konsumsi energi dan pendapatan per kapita Indonesia (*Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014 dan World Bank*)

Tingginya tingkat konsumsi Indonesia sayangnya tidak dibarengi dengan meratanya kemampuan masyarakat Indonesia dalam menjangkau kebutuhan energinya. Hal ini ditunjukkan dari tidak meratanya persebaran sarana energi listrik di Indonesia. Menurut data Direktorat Jenderal Kelistrikan Kementerian ESDM RI (2014) pada Tabel 4.3, meskipun rasio elektrifikasi Indonesia mencapai angka 80.51% pada tahun 2013 namun persebaran fasilitas listrik di seluruh provinsi di Indonesia masih belum merata, di mana rata-rata persebaran fasilitas listrik bagi rumah tangga masih berlimpah di wilayah Indonesia bagian barat, namun belum merata di wilayah Indonesia bagian timur. Hal ini tentu menjadi salah satu pengganjal Indonesia dalam memenuhi kebutuhan energi bagi seluruh masyarakatnya.

**Tabel 4.2** Proyeksi peningkatan jumlah penduduk Indonesia  
(Sumber : Badan Pusat Statistik 2014)

<b>Tahun</b>	<b>Penduduk (Ribuan)</b>
2010	238,518.80
2015	255,461.70
2020	271,066.40
2025	284,829.00
2030	296,405.10
2035	305,652.40

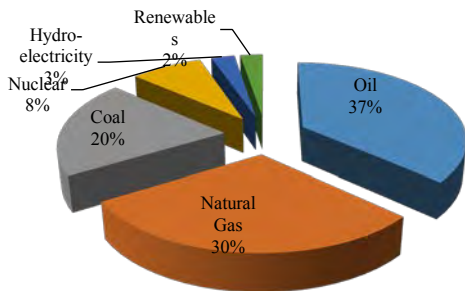
**Tabel 4.3** Rasio elektrifikasi beberapa provinsi di Indonesia tahun 2013 (Sumber : Direktorat Jenderal Kelistrikan Indonesia 2014)

<b>Provinsi</b>	<b>% Rasio Elektrifikasi</b>
DKI Jakarta	99,99
Kepulauan Bangka Belitung	97,13
Kalimantan Barat	95,55
Aceh	89,72
Kalimantan Tengah	66,21
Nusa Tenggara Barat	64,43
Sulawesi Tenggara	62,51
Nusa Tenggara Timur	54,77
Papua	36,41
<b>INDONESIA</b>	80,51

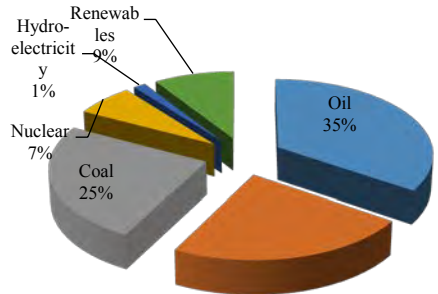
Selain kecenderungan meningkatnya konsumsi energi serta tidak meratanya fasilitas kelistrikan di Indonesia, potensi lain yang dapat mengancam ketahanan energi nasional Indonesia adalah belum terlalu beragamnya sumber energi yang dikonsumsi

di Indonesia. Ketergantungan terhadap salah satu sumber energi menyebabkan risiko krisis energi semakin besar, terutama apabila krisis yang terjadi pada sumber energi yang terlalu diandalkan yakni energi fosil. Beberapa negara maju yang telah tergolong aman ketahanan energinya seperti Amerika Serikat, Jerman, Jepang, dan Korea Selatan memiliki konsumsi sumber daya energi yang merata serta pemanfaatan energi non-fosil yang cukup besar dibandingkan dengan negara lainnya seperti hidroelektrik, nuklir, dan energi terbarukan juga dimanfaatkan kecuali Jepang yang menghentikan penggunaan nuklir sementara sejak kecelakaan PLTN Fukushima pada tahun 2011 dan Jerman yang merencanakan mengurangi penggunaan nuklir secara bertahap hingga bebas nuklir pada 2022. Negara ASEAN seperti Thailand dan Malaysia sampai saat ini masih banyak bergantung pada minyak bumi, akan tetapi penggunaan sumber energi lain seperti gas alam juga cukup dapat mengimbangi. Indonesia masih sangat mengandalkan sumber energi fosil terlebih minyak bumi yang justru jumlah cadangan energinya sendiri termasuk paling rawan dibandingkan dengan batubara dan gas alam. Gambaran umum konsumsi energi beberapa di dunia yang kami gunakan sebagai pembandingan dapat dilihat dari Gambar 4.2.

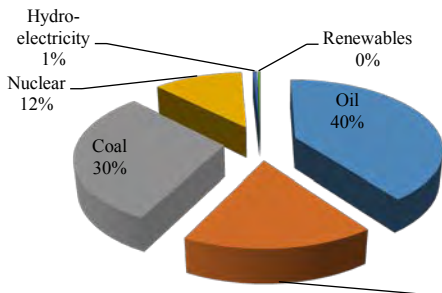
Produksi negara di dunia pada tahun 2013 cukup beragam masing-masing negara. Jumlah produksi energi terbesar didominasi oleh negara-negara adidaya seperti Amerika Serikat, Rusia, dan China. Sedangkan untuk lingkup ASEAN Indonesia masih menjadi negara dengan angka produksi tertinggi dibandingkan dengan negara lainnya. Untuk jenis energi yang diproduksi terdapat perbedaan antara masing-masing negara sesuai dengan cadangan energi masing-masing negara. Untuk negara-negara seperti Amerika Serikat dan Rusia, produksi gas alam menjadi salah satu komoditi terbesar, sedangkan untuk negara-negara Asia produksi batu bara cukup dominan seperti di China dan India.



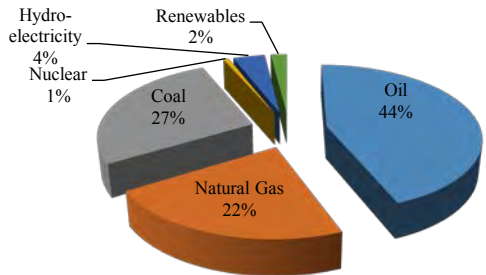
**Amerika Serikat**



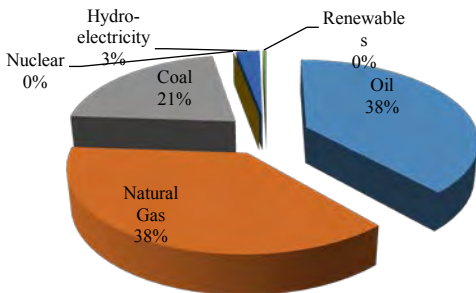
**Jerman**



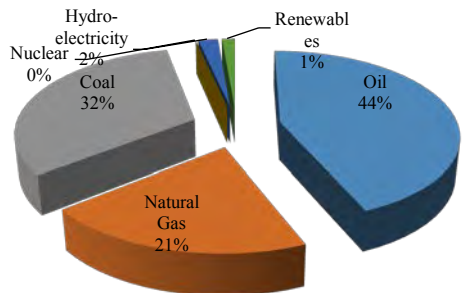
**Korea Selatan**



**Jepang**



**Malaysia**



**Indonesia**

**Gambar 4.2** Persentase konsumsi energi beberapa negara tahun 2013 (*Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014*)



Untuk lingkup ASEAN sendiri negara-negara tergolong maju di ASEAN kebanyakan menjadikan gas alam sebagai komoditas produksi utama seperti Thailand dan Malaysia, kecuali Indonesia yang memang cadangan gas alamnya melimpah didominasi oleh produksi batu bara. Produksi energi beberapa negara di dunia dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Produksi energi berbagai negara tahun 2013 dalam MTOE

(Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014)

Negara	Oil	Natural Gas	Coal	Biofuels	Total
China	208.10	105.30	1840.00	1.68	2,155.08
USA	446.20	627.20	500.50	28.44	1,602.34
Rusia	531.40	544.30	165.10	0.00	1,240.80
Jepang	0.00	0.00	0.70	0.00	0.70
Jerman	0.00	7.40	43.00	2.62	53.02
Korsel	0.00	0.00	0.80	0.30	1.10
India	42.00	30.30	228.80	0.32	301.42
Indonesia	42.70	63.40	258.90	1.61	366.61
Thailand	16.60	37.60	5.00	1.25	60.45
Malaysia	29.60	62.10	0.00	0.00	91.70
Singapura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 4.5 menunjukkan cadangan energi Indonesia tergolong melimpah dibandingkan dengan negara-negara lain dan merupakan terbesar disbanding negara pesain ASEAN lain. Namun bila dilihat lebih menyeluruh mencakup aspek-aspek ketahanan energi lainnya, performa ketahanan energi Indonesia tidak mencerminkan potensi yang dimiliki.

**Tabel 4.5** Cadangan energi berbagai negara tahun 2013  
dalam MTOE

(Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014)

<b>Negara</b>	<b>Oil</b>	<b>Natural Gas</b>	<b>Coal</b>	<b>Total</b>
China	2,500.00	2,970.00	80,150.00	85,620.00
USA	5,400.00	8,370.00	166,106.50	179,876.50
Rusia	12,700.00	28,170.00	109,907.00	150,777.00
Jepang	0.00	0.00	242.90	242.90
Jerman	0.00	45.00	28,383.60	28,428.60
Korsel	0.00	0.00	88.20	88.20
India	800.00	1,260.00	42,420.00	44,480.00
Indonesia	500.00	2,610.00	19,611.90	22,721.90
Thailand	100.00	270.00	867.30	1,237.30
Malaysia	500.00	990.00	0.00	1,490.00
Singapura	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabel 4.6** Indeks ketahanan energi berbagai negara di dunia

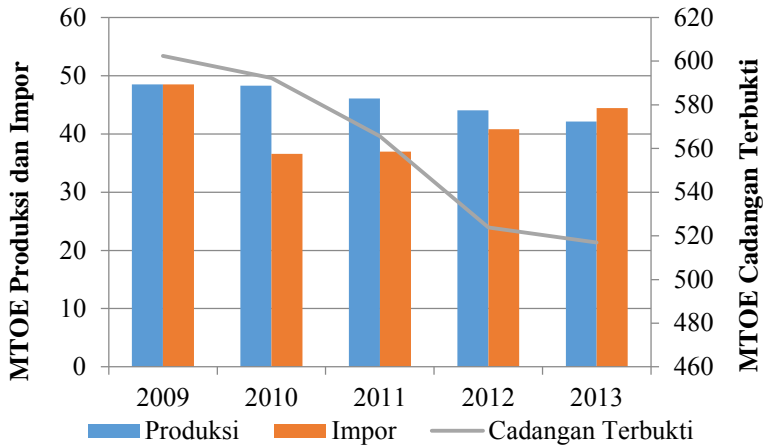
<b>Negara</b>	<b>Indeks</b>
Amerika Serikat	3.36
Korea Selatan	2.89
Jerman	2.73
Rusia	2.49
Jepang	2.26
China	1.66
Singapura	1.50
Malaysia	1.23
India	1.22
Thailand	1.06
Indonesia	1.00

Salah satu parameter yang dapat menunjukkan hal tersebut adalah indeks ketahanan energi yang dibuat untuk mengukur performa ketahanan energi negara-negara tersebut, dengan hasil Indonesia memiliki performa terburuk dibandingkan dengan negara-negara yang dipilih sebagai perbandingan jika dilihat dari kondisi saat ini, seperti yang dapat dilihat dari Tabel 4.6.

## **4.2 Permasalahan Umum**

### **4.2.1 Minyak Bumi**

Berdasarkan data BP Statistical Review of World Energy 2014, konsumsi energi Indonesia masih didominasi oleh minyak bumi sebesar 44% dari total konsumsi energi Indonesia, atau kurang lebih sebesar 73.8 MTOE dari total 168.6 MTOE. Namun jumlah cadangan minyak bumi yang terkandung di alam Indonesia merupakan yang paling sedikit dibandingkan dengan sumber energi fosil lainnya. Data dari Direktorat Migas ESDM tahun 2014 menyebutkan cadangan terbukti minyak bumi Indonesia pada tahun 2013 adalah sebesar 3,692.5 *million stock tank barrels* (MSTB) atau sekitar 3,692,500 ribu barrel, lebih kecil dibandingkan dengan batubara sebesar 134,238,244.3 ribu barrel dan gas bumi sebesar 18,849,999.9 ribu barrel. Dengan cadangan yang akan menurun seiring dengan meningkatnya konsumsi, tentu hal ini dapat menyebabkan minyak bumi Indonesia rentan krisis. Belum lagi, pemenuhan konsumsi minyak bumi di Indonesia sampai saat ini masih mengandalkan impor yang justru paling besar dibandingkan dengan sumber energi fosil lainnya. Menurut Kementerian ESDM (2014), pada tahun 2013 Indonesia mengimpor minyak bumi bahkan lebih banyak dibandingkan dengan produksinya sendiri, yakni 317,499 ribu BOE berbanding dengan 300,830 r ibu BOE. Dengan tren cadangan dan produksi yang terus menurun selama 5 t ahun terakhir disertai dengan jumlah impor yang cenderung meningkat seperti yang terlihat pada Gambar 4.3, maka jelas harus ada strategi khusus untuk mencegah krisis energi pada sektor minyak bumi ini.



**Gambar 4.3** Produksi, impor, dan cadangan terbukti minyak bumi Indonesia  
(Sumber : Kementrian ESDM 2014)

Selain permasalahan konsumsi dan cadangan, untuk sektor minyak bumi Indonesia juga tertinggal dalam hal kapasitas refinery dibandingkan dengan negara lain bahkan dengan sesama negara ASEAN. Dengan tingkat konsumsi energi tertinggi, seharusnya Indonesia memiliki cadangan yang lebih banyak dibandingkan dengan negara ASEAN lain yang jumlah penduduk serta tingkat konsumsinya lebih rendah. Akan tetapi menurut data dari British Petroleum (2014), Indonesia dengan kapasitas refinery sebesar 1.072 ribu barrel per hari masih berada di bawah kapasitas refinery milik Thailand dan bahkan Singapura, seperti yang disajikan pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Kapasitas refinery beberapa negara di dunia tahun 2013 dalam ribu barrel per hari (*Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014*)

<b>Negara</b>	<b>Kapasitas Refinery</b>
Amerika Serikat	17,818
China	12,598
Rusia	6,027
India	4,319
Jepang	4,123
Jerman	2,061
Korsel	2,887
Singapura	1,395
Thailand	1,267
Indonesia	1,072

#### **4.2.2 Gas Alam**

Indonesia merupakan salah satu negara dengan cadangan gas alam yang melimpah. Menurut data Direktorat Jederal Minyak dan Gas Bumi Kementrian ESDM RI (2015), jumlah cadangan terbukti gas alam di Indonesia mencapai 101.5 TSCF atau setara 18,499,999.9 ribu BOE. Akan tetapi kekayaan akan sumber daya alam gas ini masih belum dapat dimanfaatkan dengan baik oleh Indonesia untuk memenuhi kebutuhan energi domestiknya. Menurut Kementrian ESDM RI (2014) sekitar 48.6% dari gas alam yang diproduksi pada tahun 2013 diekspor baik dalam bentuk gas alam mentah maupun dalam bentuk LNG. Untuk pemanfaatan domestik gas alam hanya dipakai sekitar 37.5% berupa gas alam mentah dan LPG. Lebih jauh lagi, menurut Kementrian ESDM RI (2014) kecenderungan impor gas alam Indonesia dari tahun 2009 hingga 2013 terus meningkat. Indonesia mengimpor gas alam sebanyak 0.042 TSCF dalam bentuk LPG pada tahun 2009, dan pada 2013 angka tersebut telah mengalami peningkatan sebesar 359.8% menjadi 0.151 TSCF

dalam bentuk LPG pada tahun 2013. Data ini tentunya tidak menunjukkan Indonesia sebagai salah satu negara dengan cadangan gas alam terbesar di dunia. Apabila kita bandingkan dengan Rusia sebagai negara dengan sumber daya alam gas terbesar di dunia, Rusia benar-benar memanfaatkan kelimpahan sumber daya alam gasnya dengan maksimal. Menurut BP Statistic Review of World Energy 2014, Rusia memiliki cadangan terbukti gas alam sebesar 1,103.6 TSCF yang merupakan terbesar di dunia sebesar 16.8% dari total cadangan terbukti gas alam dunia. Pada tahun yang sama, Rusia memproduksi gas alam sebesar 21.36 TSCF atau sekitar 531.4 MTOE, pemanfaatan untuk konsumsi domestiknya bisa mencapai 14.6 TSCF atau sekitar 53% dari total konsumsi domestiknya dan 68.4% dari jumlah produksinya. Padahal di tahun yang sama juga, Rusia justru menjadi pengimpor terbesar untuk gas alam di dunia sebesar 7.46 TSCF atau sekitar 34.9% dari total produksinya, sedangkan impor gas alamnya hanya sebesar 0.98 TSCF atau sekitar 4.6% total produksinya. Hal ini tentu sangat kontras dibandingkan dengan Indonesia, di mana Rusia mampu memanfaatkan kelimpahan sumber daya alam gasnya untuk kebutuhan domestik sekaligus juga untuk perdagangan antar negara sedangkan Indonesia justru belum mampu memaksimalkan potensi alamnya untuk pemanfaatan domestik namun justru bergantung banyak pada perdagangan antar negara. Begitu pula dengan Malaysia yang menjadi contoh sebagai salah satu negara ASEAN yang juga memanfaatkan kelimpahan gas alamnya dengan baik meskipun cadangan gasnya tidak sebanyak Indonesia yang terlihat dari persentase konsumsi jenis energinya. Perbandingan ketiga negara dapat dilihat pada Tabel 4.8.

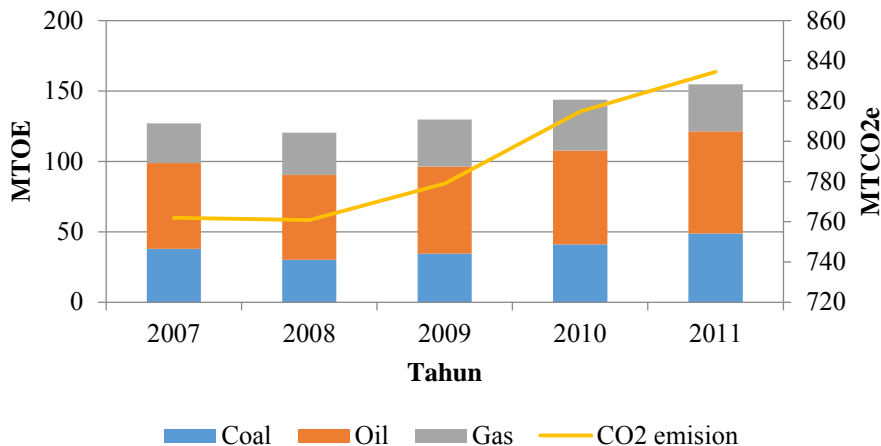
**Tabel 4.8** Produksi, konsumsi, impor, dan ekspor gas alam Rusia, Malaysia, dan Indonesia tahun 2013 dalam MTOE  
(Sumber : *BP Statistical Review of World Energy 2014*)

	Rusia	Malaysia	Indonesia
Cadangan	28170.00	990.00	2610.00
Produksi	544.30	62.10	63.40
Konsumsi	372.10	30.60	34.60
Impor	25.02	1.08	3.94
Ekspor	190.17	0.05	31.46

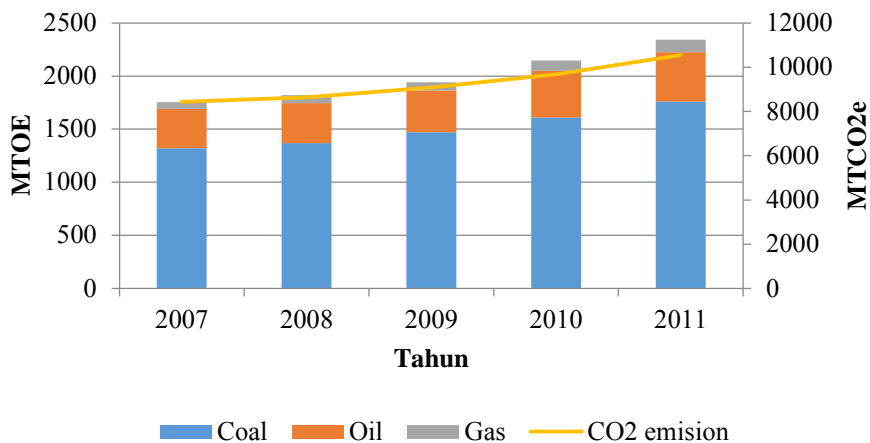
Masalah lain pada sektor gas alam adalah masalah belum meratanya distribusi gas ke seluruh daerah di Indonesia. Menurut BPH Migas RI (2015), sampai saat ini jaringan pipa distribusi gas yang telah ada baru mencakup Pulau Sumatera, Jawa, dan sebagian kecil di Sulawesi, Kalimantan, dan Papua. Jaringan yang sudah ada pun belum mencakup seluruh daerah, misalnya di Pulau Jawa jaringan distribusi untuk Jawa Timur terputus sampai Jawa Tengah sehingga tidak bisa didistribusikan dengan pipa ke daerah Jawa Barat seandainya terjadi kekurangan pasokan di Jawa Barat dan kelebihan pasokan di Jawa Timur. Rencana pembangunan jaringan pipa distribusi gas pun masih belum mencakup daerah yang belum terdistribusikan, hanya sebatas penambahan jaringan di daerah yang sudah ada seperti terlihat pada Gambar 4.4.







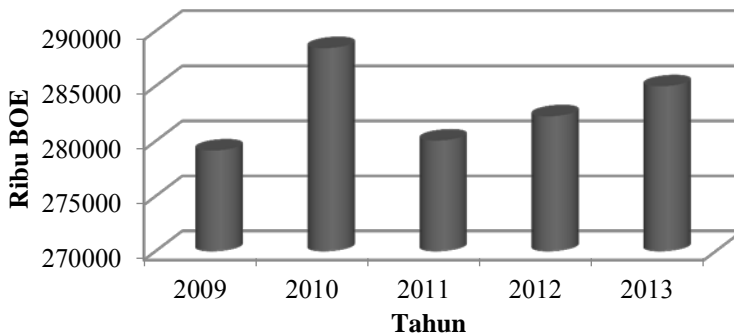
**Gambar 4.5** Konsumsi final energi fosil dan emisi CO<sub>2</sub> Indonesia 2007-2011 (*Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014 dan World Resource Institute 2013*)



**Gambar 4.6** Konsumsi final energi fosil dan emisi CO<sub>2</sub> China 2007-2011 (*Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014 dan World Resource Institute 2013*)

#### 4.2.4 Energi Terbarukan

Menurut Kementerian ESDM RI (2014), konsumsi energi terbarukan Indonesia cenderung mengalami peningkatan pada jangka waktu tahun 2009-2013 seperti yang terlihat pada Gambar 4.11. Namun besar konsumsi energi terbarukan ini hanya mencakup 1% dari konsumsi energi total pada tahun 2013. Energi terbarukan yang telah dimanfaatkan sebagai konsumsi final sejauh ini masih biomassa, sedangkan sebagai sumber energi untuk pembangkit listrik sudah memanfaatkan biomassa, geothermal, biofuel dan juga hidroelektrik. Namun pemanfaatan energi-energi terbarukan Indonesia masih sangat minim dibandingkan negara-negara maju seperti yang telah dibahas sebelumnya, sehingga menyebabkan ketergantungan terhadap energi fosil masih sangat besar.



**Gambar 4.7** Konsumsi final energi terbarukan Indonesia 2009-2013 (*Sumber : Kementerian ESDM 2014*)

Selain beberapa jenis energi yang sudah dimanfaatkan Indonesia, terdapat beberapa jenis energi alternatif lainnya yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap sumber energi fosil. Posisi geografis Indonesia yang terletak pada garis khatulistiwa membuat potensi tenaga surya di Indonesia cukup besar bila dibandingkan dengan negara-negara lainnya yakni rata-rata sebesar  $4.8 \text{ kWh/m}^2$  per hari. Hanya saja permasalahan untuk instalasi tenaga surya ini terletak pada biaya serta mulai tidak menentunya iklim di Indonesia meskipun seharusnya intensitas cahaya matahari di negara dengan iklim tropis tergolong tinggi. Pemanfaatan energi surya ini juga membutuhkan area yang luas untuk pemasangan lempeng sel surya, sehingga investasi untuk pemasangan sel surya akan sangat besar dan harus diperhitungkan dengan efisiensi energi yang didapatkan, terlebih untuk lempeng sel surya sampai saat ini masih harus diimpor karena belum diproduksi di Indonesia. Selain tenaga surya, alternatif energi lain yang dapat dikembangkan adalah tenaga nuklir. Di beberapa negara maju nuklir sudah dimanfaatkan sebagai salah satu penyangga energi di negaranya, contohnya Korsel dengan 12% konsumsi energi nuklir dari total konsumsi energinya, Amerika Serikat sebesar 8% konsumsi total, Jerman sebesar 7% konsumsi total, dan Rusia dengan 6% energi total. Terlepas dari bahaya yang dapat ditimbulkan, energi yang dapat dihasilkan oleh tenaga nuklir jauh lebih besar dibandingkan dengan sumber energi lainnya, yakni dapat mencapai hingga  $3900 \text{ G J/kg}$ , sehingga untuk jangka panjang bisa jadi lebih murah dibandingkan dengan jenis sumber energi lainnya meskipun untuk instalasi awal juga memerlukan biaya besar. Secara kasar 1 atom Uranium menghasilkan energi fisi sebesar 200 MeV, sehingga 1 gram Uranium menghasilkan energi fisi sekitar  $5.12 \times 10^{25} \text{ MeV}$  (1 gram  $\text{U}^{235}$  memiliki  $2.56 \times 10^{21}$  atom) yang setara dengan  $2.00 \times 10^{10}$  kalori (1 MeV setara sekitar  $3.83 \times 10^{-14}$  kalori). Jumlah energi dari 1 gram Uranium tersebut setara dengan energi yang dihasilkan dari 2.5 ton batu bara atau 17,500 liter minyak sehingga dapat dilihat betapa

kontrasnya potensi energi nuklir ini. Selain itu nuklir juga tidak menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> seperti energi fosil dan biomassa, sehingga nuklir bisa menjadi salah satu alternatif bagi ketahanan energi Indonesia di masa depan. Hanya saja isu permasalahan energi nuklir yang biasa menjadi potensi resiko kecelakaan yakni bencana alam dan kesiapan sumber daya manusia justru menjadi potensi masalah yang cukup besar di Indonesia mengingat lokasi geografis Indonesia yang rawan gempa tektonik maupun vulkanik serta kesiapan manusia Indonesia dalam menangani energi nuklir, ditambah pengolahan limbah nuklir yang tergolong sulit dan memerlukan penanganan khusus menjadikan perlunya pertimbangan yang sangat matang dalam memutuskan menggunakan sumber energi nuklir.

Sumber energi terbarukan lain yang berpotensi di Indonesia adalah energi geothermal. Indonesia yang terletak pada cincin api dunia memiliki potensi geothermal terbesar di dunia. Pembangunan pembangkit listrik tenaga geothermal di Indonesia memiliki titik-titik berpotensi yang sangat banyak di area pegunungan berapi di Indonesia. Hanya saja sampai saat ini sumber energi geothermal masih menjadi pro kontra di Indonesia dikarenakan area yang diperlukan untuk pembangunan PLTP termasuk cukup luas, sehingga isu energi ramah lingkungan yang dibawa untuk pembangunan PLTP sering berbenturan dengan praktik pembalakan area hijau yang dilakukan untuk membuka lahan bagi PLTP. Selain itu lokasi pegunungan berapi yang rawan gempa vulkanik juga berpotensi bahaya apabila terjadi kebocoran pada PLTP dikarenakan air yang digunakan untuk injeksi ke perut bumi tercemar oleh logam-logam berbahaya dan akan beresiko pencemaran untuk penduduk setempat. Sumber energi lain yakni biofuel juga memiliki potensi besar di Indonesia dengan sumber daya kelapa sawit dan produk pertanian lain yang sangat melimpah di Indonesia. Hanya saja, pemanfaatan biofuel ini masih berbenturan dengan isu ketahanan pangan yang juga memanfaatkan produk-produk pertanian yang dimanfaatkan untuk biofuel, serta masih belum siapnya sarana pemanfaatan biofuel di

Indonesia dikarenakan masih bergantungnya Indonesia terutama sektor transportasi terhadap pemanfaatan energi fosil. Sumber energi lain seperti hidroelektrik seperti arus laut juga berpotensi tinggi dengan Indonesia sebagai negara dengan garis pantai terbesar di dunia, namun sampai saat ini belum dikembangkan selain juga isu potensi bencana yang tinggi dengan lokasi geografis Indonesia yang rawan gempa terlebih di garis pantai yang juga rawan tsunami di sepanjang pantai selatan Indonesia.

### 4.3 Permasalahan Sektoral

Konsumsi energi di Indonesia menempatkan sektor industri dan transportasi menempati urutan kedua teratas dengan 29.76% dan 27.1% pada bauran energi Indonesia. Namun, hampir seluruh konsumsi energi jenis fuel (BBM) terkonsumsi pada sektor transportasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11. Seperti yang sudah diketahui bahwa produksi minyak terus menurun sementara permintaan energi terus tumbuh yang menyebabkan peningkatan impor minyak mentah dan produk olahan.

**Tabel 4.10** Konsumsi energi final menurut sektor  
(Sumber : Dewan Energi Nasional 2014)

Sektor	Persentase
Industri	29.76%
Transportasi	27.10%
Rumah tangga	28.00%
Komersial	3.08%
Lainnya	2.20%

**Tabel 4.11** Bauran energi menurut sektor pemakaian  
(Sumber : Dewan Energi Nasional 2014)

Sektor	Transportasi	Industri	Pembangkit
Fuel	99.95%	28.86%	28.86%
Gas	0.03%	28.86%	26.40%
Coal	-	34.54%	49.27%
Electricity	0.02%	7.91%	-

Di DKI Jakarta, jumlah kendaraan pribadi mencapai 96.5% yang melayani 44% perjalanan, sedangkan jumlah angkutan umum mencapai 3.5% yang melayani 56% perjalanan (diantaranya 3% dilayani kereta api/KRL Jabodetabek). Selain itu, pertumbuhan jalan selama tahun 2000 s.d. 2011 hanya 3.1% rata-rata per tahun tidak sesuai dengan pertumbuhan kendaraan yang mencapai 14.3% rata-rata per tahun. Kondisi ini menyebabkan kemacetan lalu lintas terutama di kota-kota besar yang berdampak terhadap kehilangan waktu dan uang, peningkatan biaya operasional kendaraan, pemborosan energi, polusi udara, meningkatkan stres. Hal ini yang menyebabkan intensitas energi Indonesia terus naik, dan rendahnya tingkat ketahanan energi nasional

Penyebab utama tingginya pertumbuhan kendaraan bermotor dan konsumsi BBM pada sub sektor transportasi darat adalah harga bensin premium dan minyak solar ditetapkan oleh Pemerintah dengan harga subsidi. Hal ini menyebabkan penggunaan energi alternatif sebagai substitusi BBM seperti BBG dan biofuel (bioethanol dan biodiesel) menjadi terhambat.

#### **4.4 Permasalahan Ketenagalistrikan**

Energi listrik saat ini mempunyai peranan vital dan strategis, untuk menunjang pembangunan nasional. Karena itu

listrik harus diwujudkan secara andal, aman, dan ramah lingkungan. Namun pada kenyataannya begitu banyak permasalahan terjadi dalam pengelolaan sistem ketenagalistrikan nasional. Permasalahan itu diantaranya adalah biaya pokok produksi listrik yang lebih tinggi dari pada harga jual listrik, ketidakpastian pasokan sumber energi primer, terutama pasokan gas alam, masih adanya pembangkit berbahan bakar BBM sebagai sumber energi primer, serta kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari banyak pulau menyulitkan proses transmisi dan distribusi energi listrik seperti yang terlihat pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Jaringan Transmisi Elektrifikasi Indonesia  
(Sumber : Dewan Energi Nasional 2014)

Indonesia saat ini memiliki rasio elektrifikasi sebesar 80.5% yang tertitik beratkan di pulau Jawa, sedangkan di bagian timur Indonesia masih sedikit terpasang jaringan transmisi listrik. Pembangunan pembangkit listrik tersebut menemui banyak kendala, seperti proses perizinan yang tidak mempunyai standar yang baku, kesulitan pembiayaan dan pembebasan lahan. Masalah lahan ini menjadi salah satu kendala utama dalam pembangunan pembangkit listrik batubara. Kemudian, permasalahan yang ada tidak hanya terjadi di sektor hulu atau pembangkit listrik. Pembangunan infrastruktur transmisi dan distribusi juga mengalami kendala, khususnya kesulitan mendapatkan lahan

untuk tapak tower, harga tanah yang mahal serta reaksi dari masyarakat yang tidak mau rumahnya dilalui jalur transmisi.

Dalam hal pengembangan EBT skala besar, seperti PLTA dan PLTP, juga menemui banyak kendala. PLTA sangat tergantung kondisi alam. Ketersediaan air sulit diprediksi, karena iklim yang tidak menentu dan kerusakan alam yang cukup parah, tidak bisa dibangun di sembarang tempat dan pada umumnya dibangun di daerah ketinggian/ pegunungan, serta biaya pembangunan besar. Sedangkan PLTP, umumnya keberadaan sumberdaya panas bumi berada di hutan lindung, serta rendahnya tarif pembelian listrik oleh PLN sehingga membuat pengembalian modal proyek sangat lama. Adapun kendala pengembangan EBT skala kecil (PLTS, PLT bayu, PLT sampah, PLT biomasa, dan PLT kelautan) diantaranya adalah belum diproduksi secara masal dan besar-besaran, pada umumnya hanya dapat menghasilkan listrik dalam skala kecil, serta tidak mampu mengimbangi pertumbuhan beban yang cepat dan besar. Tabel 4.12 dan 4.13 dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai pembahasan di atas.

**Tabel 4.12** Energy Mix Pembangkit Listrik Indonesia  
(Sumber : Ditjen Kelistrikan RI 2014)

Jenis Energi	Persentase bauran energi pembangkit per tahun (%)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Yang lain	0	0	0.1	0.1	0.2	0.5
Panas bumi	3	3	5.1	4.9	4.4	4.4
Air	8	12	6.8	6.4	7.7	6.1
Batubara	39	38	44.1	50.3	51.6	57.2
Gas alam	25	25	21	23.4	23.6	22
Minyak bumi	25	22	23	15	12.5	9.7



**Tabel 4.13** Kondisi Kelistrikan Indonesia (*Sumber : Ditjen Kelistrikan 2014*)

Keterangan	Unit	2011	2012	2013
Kenaikan permintaan	%	10.1	8.4	8.6
Rasio elektrifikasi	%	72.9	76.6	80.5
Rasio elektrifikasi pedesaan	%	96	96.7	97.8
Total kapasitas terinstall	MW	39,885	44,124	48,161
a. PLN	MW	30,529	32,108	35,564
b. IPP	MW	7,653	10,287	10,718
c. Private Power Utilities	MW	1,704	1,729	1,729
Total produksi listrik PLN	GW	175,213	193,663	207,409

#### 4.5 Rekomendasi Kebijakan dan Strategi Nasional Indonesia

Proyeksi data energi produksi, konsumsi, impor, dan ekspor diperhitungkan dengan metode trend projection, yakni metode peramalan serangkaian waktu yang sesuai dengan garis tren terhadap serangkaian titik-titik data masa lalu, kemudian diproyeksikan ke dalam peramalan masa depan untuk peramalan jangka menengah dan jangka panjang. Perhitungan dilakukan dengan persamaan garis :

$$y = a + bt$$

dengan : y = variabel yang akan diprediksi  
a = konstanta  
b = kemiringan garis regresi  
t = variabel waktu

kemudian dengan metode kuadrat terkecil didapatkan :

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Proyeksi data cadangan energi dihitung dengan persamaan :

$$c_n = nc_0 - \frac{(x_n - x_0)(n + 1)}{2}$$

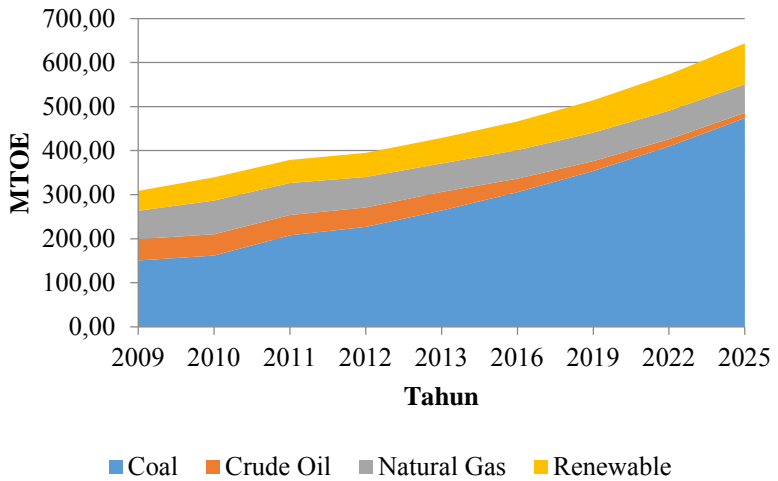
dengan :  $c_n$  = sisa cadangan pada tahun ke-n

$c_0$  = sisa cadangan pada tahun patokan awal

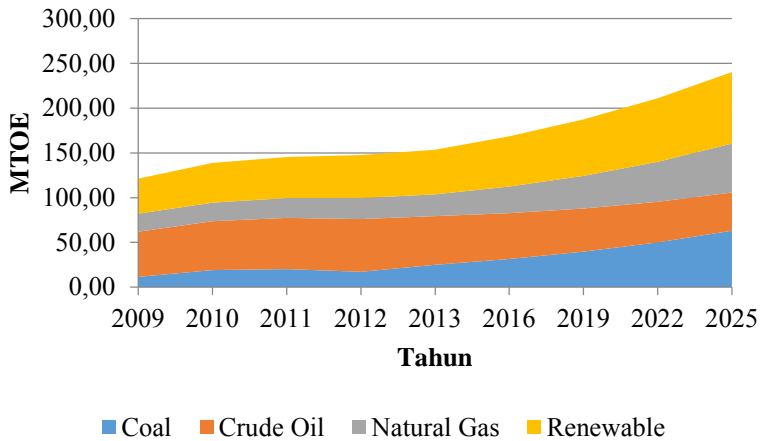
$x_0$  = produksi pada tahun patokan awal

$x_n$  = produksi pada tahun ke-n

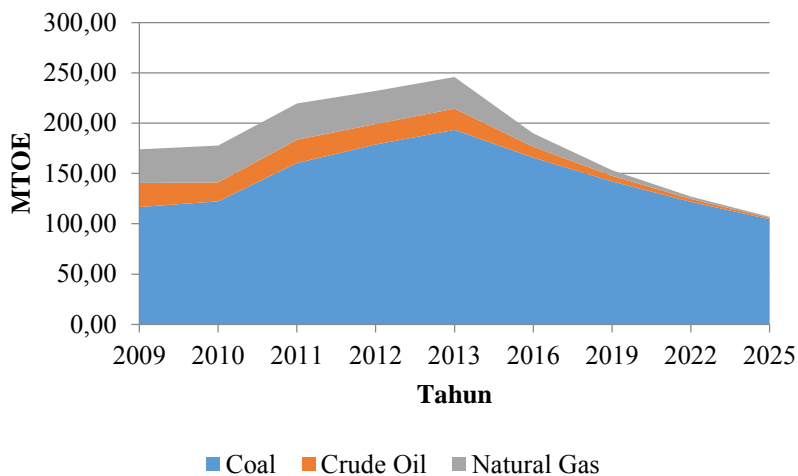
Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional, pemerintah Indonesia memiliki target bauran energi nasional pada tahun 2025 yakni maksimal 25% minyak bumi, minimal 30% batu bara, minimal 22% gas alam, dan minimal 23% energi terbarukan. Akan tetapi berdasarkan prediksi data mengikuti tren konsumsi energi tahun 2009-2013, pada tahun 2025 nanti bauran energi Indonesia akan terdiri dari 35% minyak bumi, 26% batu bara, 19% gas alam, dan 20% energi terbarukan berupa biomassa. Dengan kondisi bauran energi 2025 sesuai prediksi, sebenarnya elastisitas energi Indonesia sudah lebih baik daripada saat ini, tetapi dari segi ketahanan cadangan Indonesia akan semakin rawan pada tahun 2025 nanti dikarenakan rasio cadangan per produksi untuk minyak bumi sudah sangat tipis sekitar 6.4 tahun tersisa dan untuk batu bara terjadi penurunan angka cadangan per produksi yang sangat drastis dari 71.17 tahun pada 2013 menjadi hanya 21.91 tahun pada 2025 nanti. Selain itu akan terjadi supply shortage apabila tren saat ini diteruskan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat konsumsi energi untuk minyak bumi dan batu bara perlu dikendalikan agar tidak mengancam ketahanan energi nasional di masa depan. Berikut adalah gambar-gambar hasil prediksi dan target bauran energi 2025.



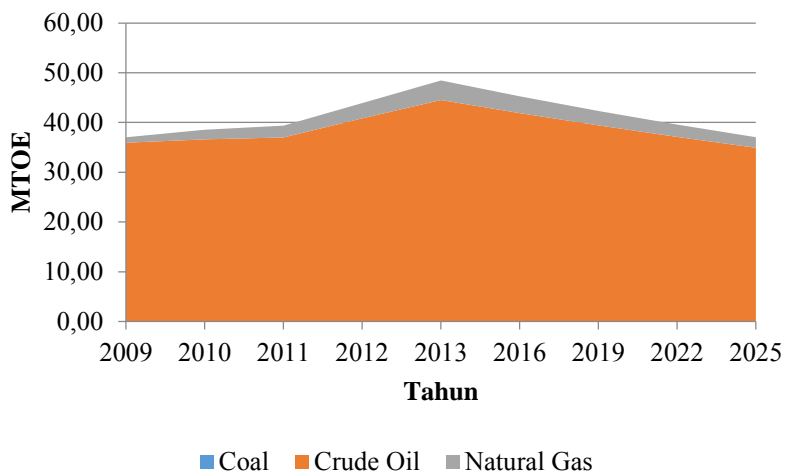
**Gambar 4.9** Prediksi produksi energi Indonesia 2025



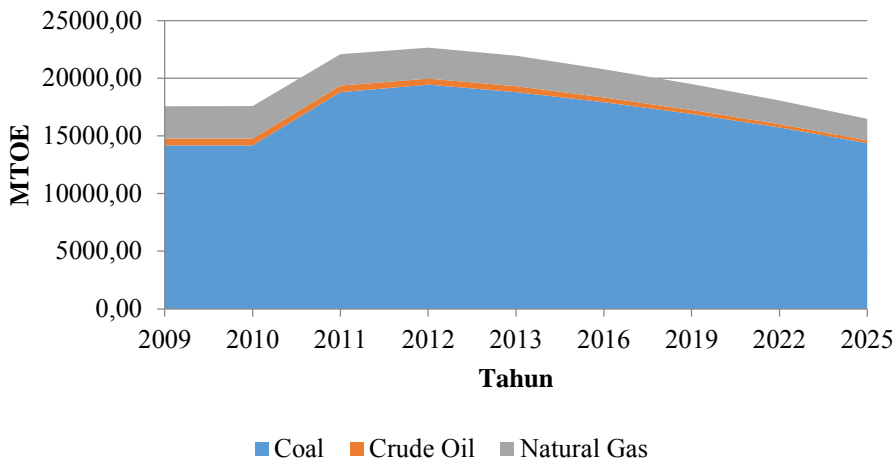
**Gambar 4.10** Prediksi konsumsi energi Indonesia 2025



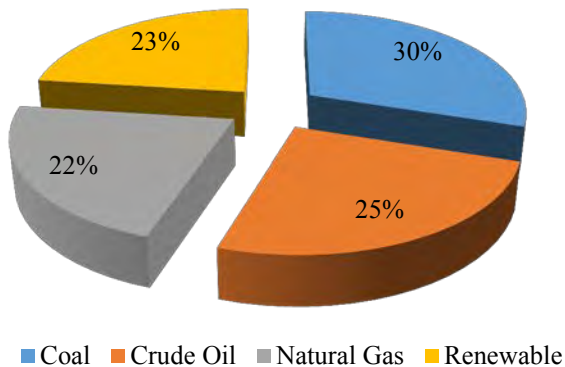
**Gambar 4.11** Prediksi ekspor energi Indonesia 2025



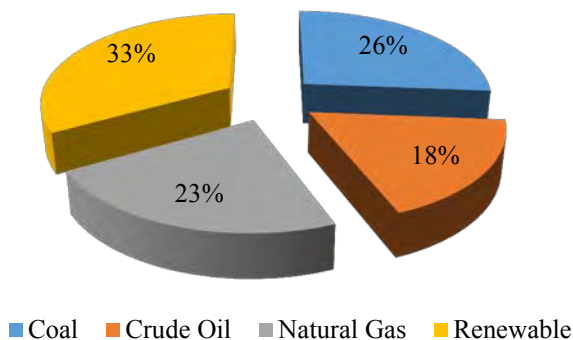
**Gambar 4.12** Prediksi impor energi Indonesia 2025



**Gambar 4.13** Prediksi cadangan energi Indonesia 2025



**Gambar 4.14** Target bauran energi pemerintah Indonesia 2025 (*Sumber : Peraturan Pemerintah RI No. 79 Tahun 2014*)



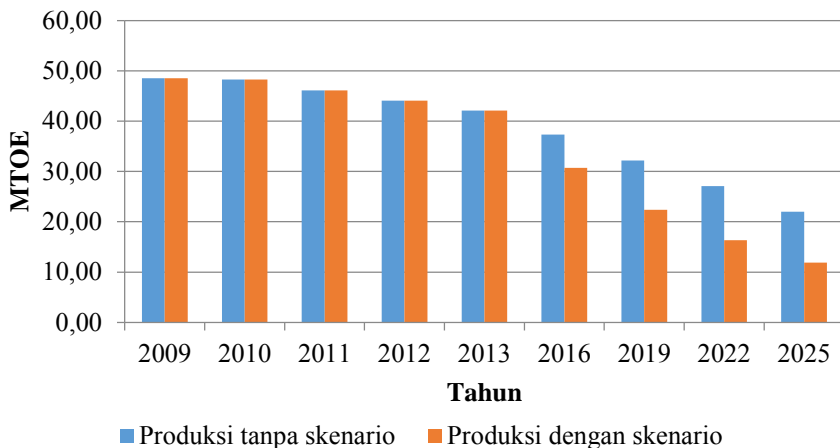
**Gambar 4.15** Prediksi bauran energi Indonesia 2025

**Tabel 4.14** Perbandingan cadangan dengan produksi energi fosil 2013 dan 2025

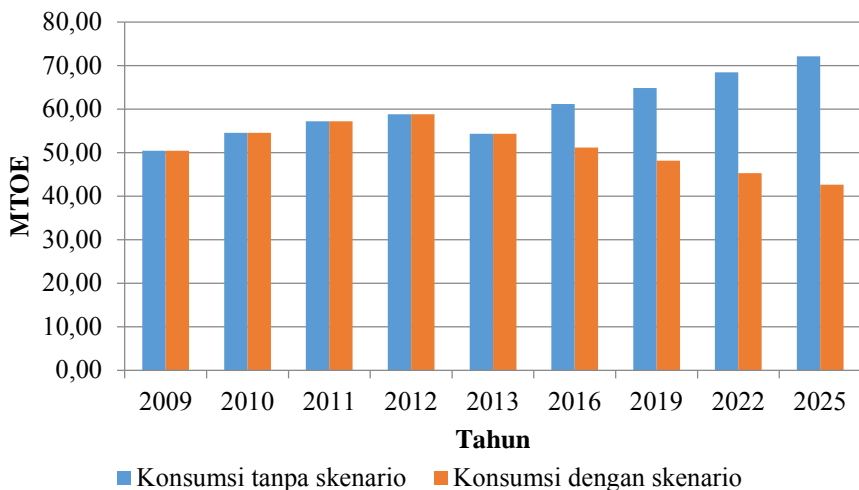
Jenis Energi	2013	2025
Coal	71.17	28.86
Crude Oil	12.27	19.60
Natural Gas	40.77	40.98

#### 4.5.1 Minyak Bumi

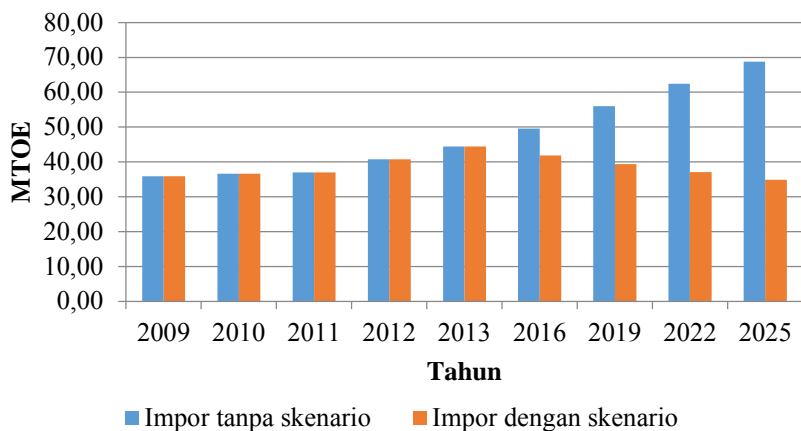
Permasalahan utama dari sektor minyak bumi adalah konsumsi yang tidak diimbangi dengan produksi yang memadai, sehingga untuk sektor ini Indonesia masih sangat bergantung pada impor. Perizinan yang rumit dan butuh waktu yang sangat lama juga menyebabkan terhambatnya produksi migas di Indonesia. Selain itu jumlah cadangan minyak bumi Indonesia juga semakin menipis dan akan sangat rawan di masa depan apabila tren seperti saat ini terus berlanjut. Oleh karena itu untuk mencapai skenario bauran energi yang diharapkan pemerintah diperlukan strategi untuk menjaga ketersediaan minyak bumi Indonesia sekaligus mencapai target yang diinginkan pemerintah.



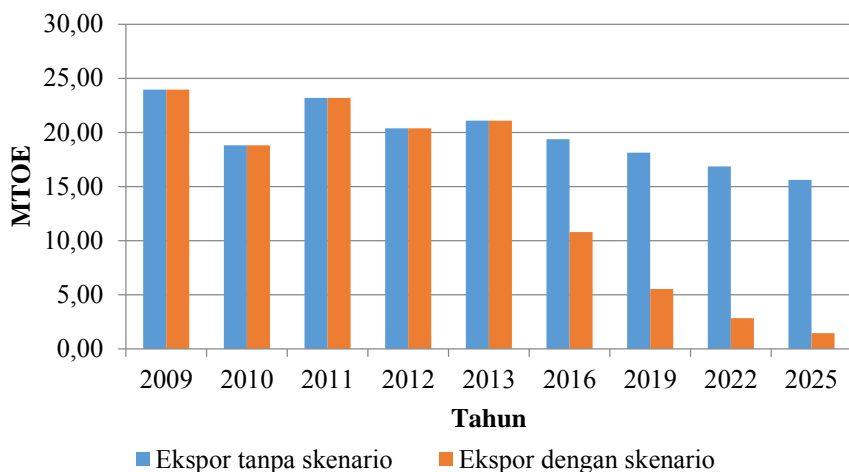
**Gambar 4.16** Produksi minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario



**Gambar 4.17** Konsumsi minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario

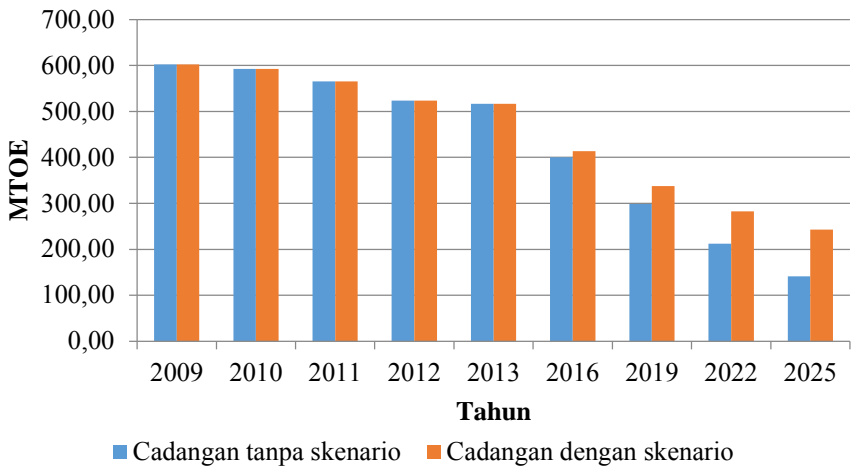


**Gambar 4.18** Import minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario



**Gambar 4.19** Ekspor minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario





**Gambar 4.20** Cadangan minyak bumi Indonesia tanpa dan dengan skenario

Skenario yang ditawarkan untuk mencapai target tersebut adalah menekan produksi minyak bumi sebesar 10% per tahunnya, meningkatkan impor minyak bumi sebesar 5% per tahunnya, menekan konsumsi minyak bumi sebesar 2% per tahunnya, dan menekan ekspor minyak bumi sebesar 20% per tahunnya. Dengan skenario ini bauran energi pada tahun 2025 akan tertekan hingga 21% untuk minyak bumi, serta besar rasio cadangan per produksi akan meningkat menjadi 20.42 tahun pada 2025 nantinya. Hal ini tentunya akan cukup untuk menyelamatkan ketersediaan minyak bumi Indonesia di masa depan.

Berdasarkan skenario diatas, sektor minyak tidak lagi menjadi primadona dalam pemanfaatan energi di Indonesia, melainkan sebagai energi cadangan/strategis dimana sewaktu waktu diperlukan jika terjadi gangguan/bencana pada Indonesia. Penekanan produksi sebesar 10 %, dimana terjadi pengurangan kegiatan eksploitasi minyak bumi dengan kontraktor kerja sama

dan peningkatan impor sebesar 5 % yang terlihat bertolak belakang dengan kondisi sekarang dimaksudkan untuk menjaga ketersediaan sumber daya minyak bumi yang terus menurun, hal ini disebabkan oleh keterbatasan teknologi eksplorasi dan biaya yang besar serta resiko keberhasilan yang kecil, sehingga perlu adanya pemanfaatan energi lain untuk menopang permintaan energi yang dialokasikan untuk minyak.

Indonesia juga masih belum memiliki cadangan strategis yang digunakan pada situasi darurat energi. Menurut International Energy Agency, negara-negara anggota IEA harus berkomitmen memiliki cadangan strategis sebanyak 90 hari net impor. Indonesia sebagai negara non-anggota IEA masih belum memiliki cadangan strategis sehingga hanya bergantung pada cadangan operasional pada refinery, sedangkan beberapa negara non-IEA sudah mulai mengikuti komitmen IEA dalam rangka mengantisipasi krisis energi. Apabila Indonesia hendak mengikuti komitmen IEA ini maka setidaknya Indonesia harus memiliki cadangan strategis sebesar 39752.2 ribu barel agar bisa mencapai komitmen minimal 90 hari tahan energi jika dilihat dengan kondisi pada tahun 2013. Perhitungan kapasitas minimal cadangan strategis minyak bumi dihitung dengan persamaan :

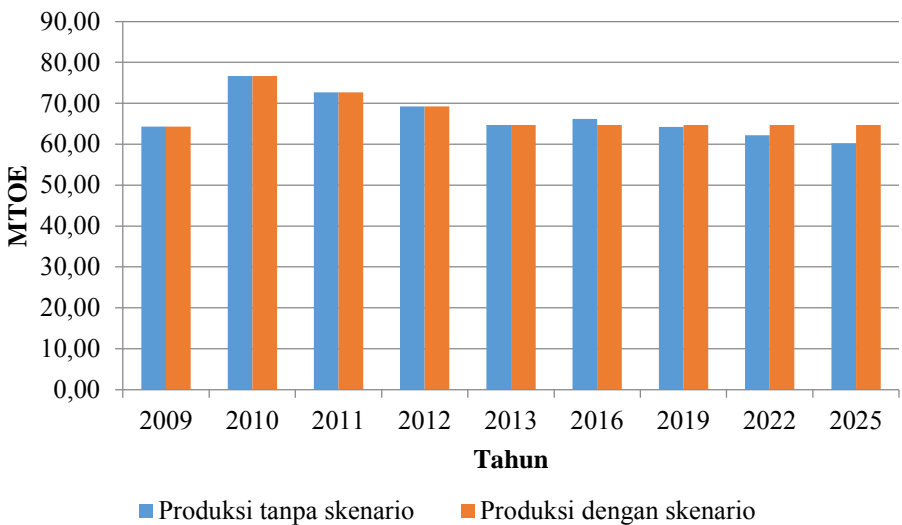
$$\text{Kapasitas cadangan} = \frac{\text{net impor}}{365} \times \text{target hari}$$

dengan :net impor = selisih impor dikurangi ekspor pada tahun n  
target hari = target jumlah hari cadangan bertahan

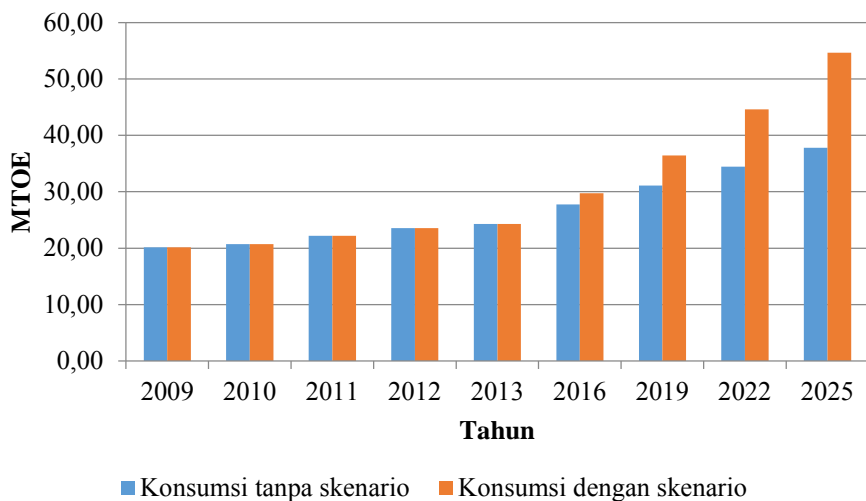
#### 4.5.2 Gas Bumi

Permasalahan utama dari sektor energi gas bumi Indonesia adalah belum termanfaatkannya gas bumi untuk memenuhi kebutuhan domestik dikarenakan porsi gas alam untuk diekspor masih terlalu besar dibandingkan dengan pemanfaatan domestik. Padahal target pemerintah pada 2025 bauran energi Indonesia harus terdiri dari minimal 22% gas alam, sedangkan pada tahun 2013 gas alam Indonesia baru memenuhi 19% dari

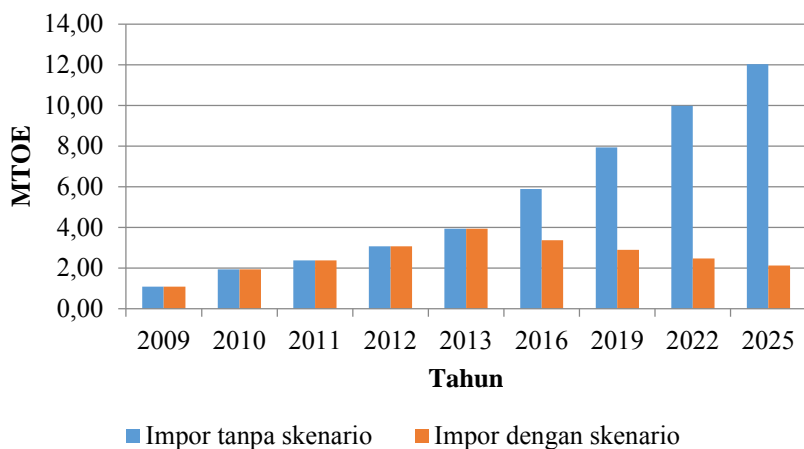
bauran total energi Indonesia. Oleh karena itu diperlukan strategi untuk mencapai target pemerintah, ditawarkan skenario dengan mempertahankan produksi gas alam seperti saat ini, meningkatkan konsumsi sebesar 7% per tahun, menekan impor sebesar 5% per tahun, dan menekan ekspor sebesar 25% per tahun. Dengan skenario ini rasio cadangan per produksi Indonesia pada 2025 masih relatif aman sebesar 28.77 tahun, dan sisa pasokan gas alam yang dikurangi dari ekspor dapat dialihkan ke sektor lain seperti ketenagalistrikan, konversi BBM dengan gas, dan pengembangan penggunaan city gas.



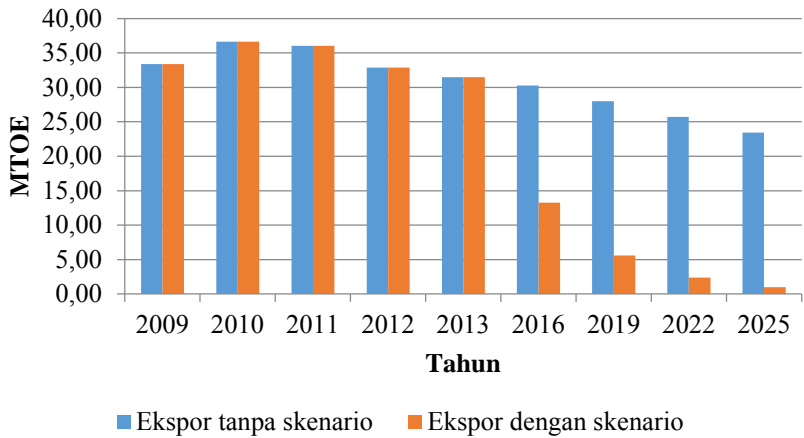
**Gambar 4.21** Produksi gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario



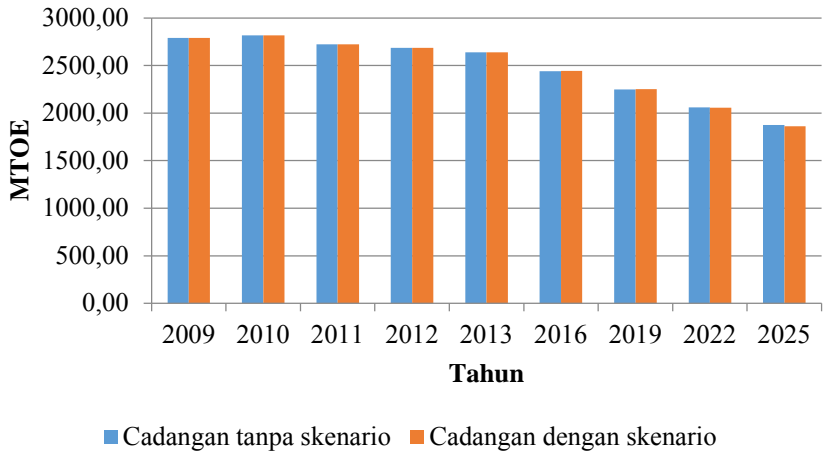
**Gambar 4.22** Konsumsi gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario



**Gambar 4.23** Impor gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario



**Gambar 4.24** Ekspor gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario



**Gambar 4.25** Cadangan gas alam Indonesia tanpa dan dengan skenario

Dalam peningkatan konsumsi gas alam 7%/tahun dan penurunan impor gas alam sebesar 5%/tahun akan dialokasikan untuk pemanfaatan pada sektor transportasi, industry, rumah tangga dan sektor lainnya. seperti yang terlihat pada Tabel 4.15 dimana pemanfaatan terbesar untuk minyak bumi terletak pada sektor transportasi, kedua adalah industry.

**Tabel 4.15** Pemanfaatan minyak bumi Indonesia menurut sektor tahun 2013 (*Sumber: Kementerian ESDM*)

SEKTOR	Oil Consumption (MTOE)
Industry	40778
Transportation	252411
Household	6396
Commercial	5195
Other	23546

Pemanfaatan gas bumi di sektor transportasi berupa konversi BBM ke gas dengan konverter kit, dengan adanya strategi ini maka pemakaian minyak bumi bisa berkurang secara signifikan secara perlahan pertahunnya dan pemanfaatan gas dalam negeri bisa lebih maksimal. Namun strategi ini mempunyai beberapa batasan seperti sulitnya membangun SPBG, pembangunan SPBG dianggap tidak ekonomis karena harga BBG yang murah, dan adanya standar mutu mesin tertentu untuk pemakaian bahan bakar gas serta sosialisasi terhadap masyarakat untuk mendukung pergantian pemanfaatan BBM dengan BBG. Di sisi lain, sektor industri dan pembangkit listrik juga menjadi perhatian khusus.

Pemakaian BBM pada pembangkit listrik membutuhkan biaya yang mahal, sedangkan pembangkit berbahan bakar gas jauh lebih murah, maka itu perlu peningkatan pembangkit gas untuk mengurangi pemanfaatan minyak. Namun, batasan yang dihadapi adalah kendala operasional pasokan gas, tidak sesuai

pasokan gas sesuai rencana dan kebutuhan membuat pembangkit memilih BBM untuk memenuhi kebutuhan permintaan listrik, serta kendala distribusi gas yang masih sulit karena jaringan pipa gas yang terbatas menyebabkan pasokan gas terganggu.

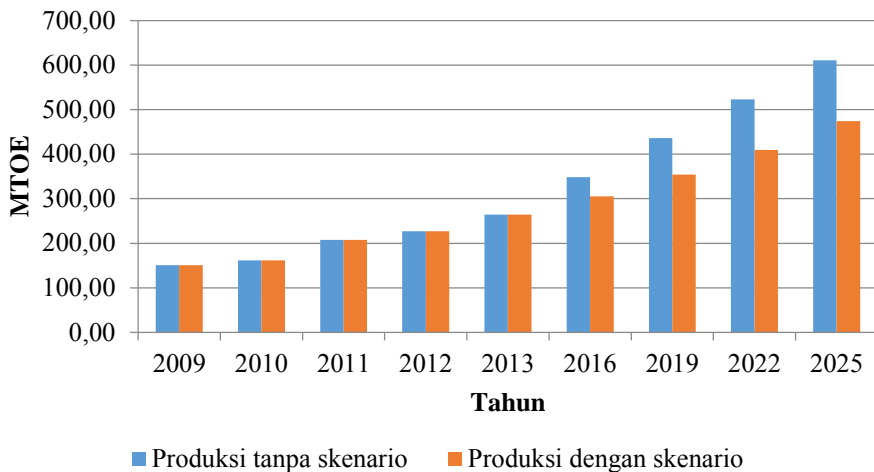
Selain itu, menurut Instruksi Presiden Nomor 2 Tahun 2010 tentang Revitalisasi Industri Pupuk, memperlihatkan keseriusan pemerintahan untuk meningkatkan pemanfaatan gas bumi pada sektor industri dengan memprioritaskan alokasi pemenuhan kebutuhan gas bumi untuk bahan baku dan energi industri pupuk.

Batasan-batasan lain pada sektor gas alam adalah belum meratanya fasilitas distribusi gas ke seluruh daerah di Indonesia. Tidak hanya jaringan distribusi, banyak fasilitas energi Indonesia masih belum memanfaatkan energi gas. Untuk menunjang skenario meningkatkan konsumsi energi gas Indonesia, maka jelas perlu juga untuk mengembangkan berbagai infrastruktur energi gas di Indonesia. Fasilitas yang perlu dikembangkan adalah jaringan pipa gas yang ke depannya seharusnya dibangun di daerah-daerah yang belum terjangkau juga terutama di Indonesia bagian timur. Fasilitas distribusi lainnya yang dapat dibangun juga adalah terminal-terminal LNG, regasifikasi unit, FSRU yang tergolong sesuai dengan kondisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan, yang bisa saja akan menyulitkan dan membutuhkan biaya mahal untuk membangun jaringan pipa distribusi bawah laut untuk menyalurkan gas antar pulau. Fasilitas distribusi lainnya adalah kapal-kapal tanker LNG untuk menyalurkan gas melalui transportasi laut, sedangkan untuk jenis gas yang diproduksi bisa didorong ke CNG yang tergolong sesuai untuk distribusi di perairan-perairan tidak terlalu luas antar kepulauan. Selain fasilitas distribusi, fasilitas untuk pemanfaatan energi gas juga harus mulai dikembangkan agar nantinya pasokan gas untuk domestik tidak malah terjadi surplus dikarenakan tidak adanya fasilitas untuk pemanfaatannya, contohnya pembangkit listrik tenaga gas, kendaraan dengan bahan bakar gas, dan fasilitas-fasilitas rumah tangga dengan bahan bakar gas.

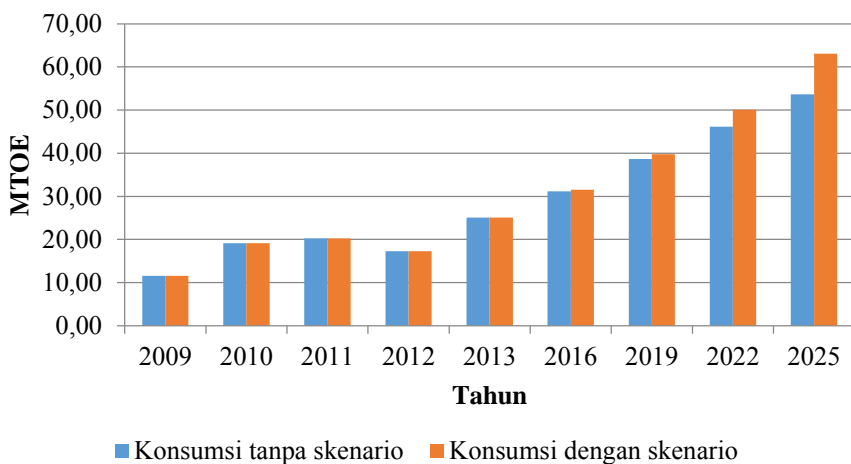
#### **4.5.3 Batu Bara**

Permasalahan utama untuk sektor energi batu bara adalah tren peningkatan produksi yang terlalu tajam sehingga menyebabkan terancamnya cadangan energi batu bara di masa depan. Sayangnya peningkatan produksi yang signifikan ini tidak dibarengi dengan konsumsi batu bara domestik yang banyaknya tidak sampai 10% dari produksi pada tahun 2013, dikarenakan porsi produksi yang berlebih ini mayoritas dialihkan untuk diekspor. Namun meskipun cadangan energi batu bara Indonesia masih sangat berlimpah, apabila tren ini terus berlanjut maka di masa depan cadangan energi batu bara Indonesia akan segera habis sebelum waktu yang diperkirakan dan cepat atau lambat Indonesia akan menjadi negara pengimpor batu bara. Hal ini terlihat dari angka rasio cadangan per produksi batu bara yang menukik tajam dari 71.17 tahun pada 2013 menjadi 28.86 tahun pada 2025 nanti. Tantangan lain untuk sektor batu bara ini adalah untuk mencapai minimal 30% dari bauran energi total Indonesia pada 2025, dan di sisi lain konsumsi batu bara juga harus dikontrol agar tidak mempengaruhi emisi karbon Indonesia secara signifikan. Oleh karena itu ditawarkan rekomendasi untuk meningkatkan produksi sebesar 5% per tahun, menekan impor sebesar 5% per tahun, meningkatkan konsumsi sebesar 8% per tahun, dan mengurangi ekspor sebesar 5% per tahun. Dengan skenario ini batu bara akan mencakup 30% dari total bauran energi Indonesia pada 2025, dan angka rasio cadangan per produksinya sebesar 30.31 tahun pada 2025.

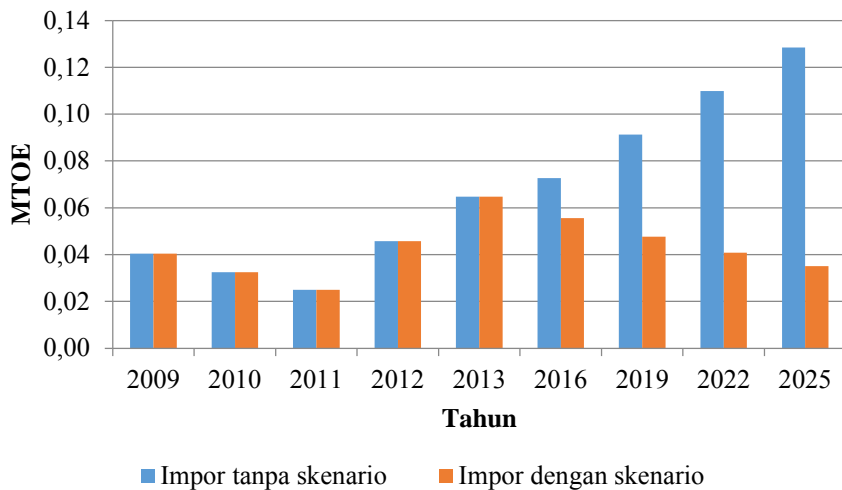




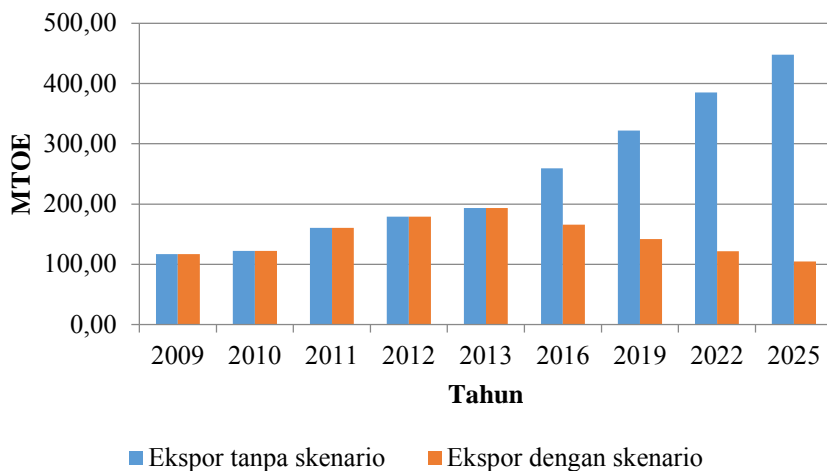
**Gambar 4.26** Produksi batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario



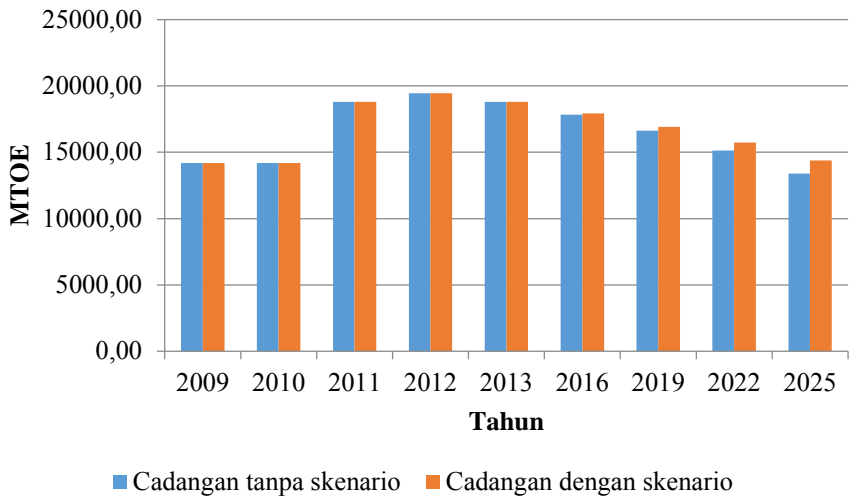
**Gambar 4.27** Konsumsi batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario



**Gambar 4.28** Impor batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario



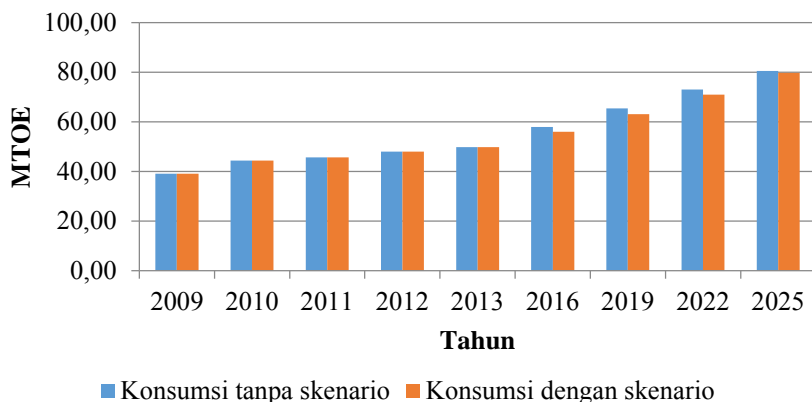
**Gambar 4.29** Ekspor batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario



**Gambar 4.30** Cadangan batu bara Indonesia tanpa dan dengan skenario

#### 4.5.4 Energi Terbarukan

Permasalahan energi terbarukan Indonesia saat ini adalah belum dimanfaatkan secara maksimal. Sampai saat ini pun energi terbarukan yang telah dimanfaatkan hanya biomassa, hidroelektrik, geothermal, dan biofuel sebagai bahan bakar pembangkit listrik maupun kendaraan, dan biomassa sebagai bahan bakar rumah tangga. Pemerintah Indonesia menargetkan pada 2025 energi terbarukan mampu untuk memenuhi minimal 23% dari total bauran energi total Indonesia. Oleh karena itu ditawarkan rekomendasi untuk meningkatkan tingkat konsumsi energi terbarukan Indonesia sebesar 0.2% per tahun sehingga apabila dibarengi dengan penekanan konsumsi beberapa energi fosil lainnya maka bauran energi terbarukan pada 2025 mampu mencapai 25% total energi Indonesia.



**Gambar 4.31** Konsumsi energi terbarukan Indonesia tanpa dan dengan skenario

Selain pengaturan konsumsi, untuk sektor energi terbarukan ini direkomendasikan juga untuk mencari alternatif lain selain energi-energi terbarukan yang telah dimanfaatkan agar di masa depan nanti sumber energi terbarukan Indonesia akan semakin beragam dan mampu untuk semakin mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, termasuk mengenai isu energi ramah lingkungan yang bebas emisi karbon. Dengan kondisi mayoritas energi terbarukan yang dimanfaatkan saat ini adalah energi biomassa yang juga masih menghasilkan emisi karbon, direkomendasikan untuk mengembangkan sumber energi surya dan nuklir. Sumber energi surya di Indonesia bisa menjadi solusi dikarenakan potensi intensitas matahari Indonesia yang berada di iklim tropis dan dekat khatulistiwa jelas lebih menjanjikan dibandingkan dengan negara-negara sub-tropis yang justru sudah memanfaatkan energi surya ini seperti Jepang dan Jerman. Tata kelola energi surya di Jepang yang memanfaatkan atap-atap rumah penduduk untuk penyerapan energi surya dapat dicontoh sehingga tidak memerlukan area yang terlalu luas untuk pemanfaatan energi surya ini. Sedangkan untuk energi nuklir bisa

menjadi solusi energi dengan efisiensi tinggi dan beban ekonomi yang rendah untuk jangka panjang, tentunya hal ini harus diiringi dengan menyiapkan sumber daya manusia pengelola energi nuklir dan sistem manajemen penanganan bencana yang rapi untuk menekan resiko kecelakaan nuklir dalam pemanfaatannya. Kedua jenis energi ini bisa menjadi solusi energi yang bisa diandalkan ditambah dengan pengembangan sumber energi hidroelektrik terutama energi arus laut serta geothermal untuk mengarahkan Indonesia menuju energi ramah lingkungan, sehingga perlu pengelolaan energi yang baik agar isu-isu lingkungan dan bencana yang selama ini menjadi kendala bagi energi-energi terbarukan ini dapat diselesaikan, misalkan sistem penanganan bencana yang baik untuk mengurangi resiko sumber energi arus laut serta pembangunan PLTP yang disertai dengan penghijauan tambahan di area lain untuk menepis isu pembalakan liar yang selama ini menjadi tameng bagi pihak-pihak kontra pembangunan PLTP di Indonesia.

#### **4.5.5 Ketenagalistrikan**

Berbagai permasalahan di sektor kelistrikan menjadi penghalang Indonesia untuk bisa memfasilitasi aliran listrik ke seluruh pelosok negeri, namun saat ini rasio elektrifikasi Indonesia mencapai 80.51% seperti yang terlihat di Tabel 4.15.

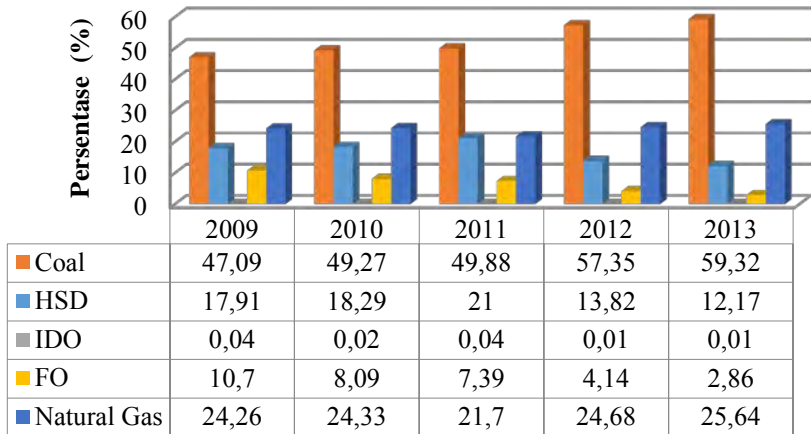
Meskipun rasio elektrifikasi Indonesia mencapai angka 80.51% pada tahun 2013 namun persebaran fasilitas listrik di seluruh provinsi di Indonesia masih belum merata, di mana rata-rata persebaran fasilitas listrik bagi rumah tangga masih berlimpah di wilayah Indonesia bagian barat, namun belum merata di wilayah Indonesia bagian timur. Hal ini tentu menjadi salah satu pengganjal Indonesia dalam memenuhi kebutuhan energi bagi seluruh masyarakatnya.

**Tabel 4.15** Rasio elektrifikasi beberapa provinsi di Indonesia tahun 2013

(Sumber : Ditjen Kelistrikan 2014)

<b>Provinsi</b>	<b>% Rasio Elektrifikasi</b>
DKI Jakarta	99.99
Kepulauan Bangka Belitung	97.13
Kalimantan Barat	95.55
Aceh	89.72
Kalimantan Tengah	66.21
Nusa Tenggara Barat	64.43
Sulawesi Tenggara	62.51
Nusa Tenggara Timur	54.77
Papua	36.41
<b>INDONESIA</b>	80.51

Gambar 4.32 menunjukkan pembagian bahan bakar yang digunakan pembangkit listrik oleh PLN. Pada tahun 2009-2013, penggunaan batubara masih mendominasi bahan bakar untuk pembangkit, hal ini disebabkan karena cadangan batubara yang melimpah dan harganya yang murah. Ditempat kedua natural gas masih terasa pemanfaatannya meskipun pemanfaatannya lebih banyak untuk ekspor, sedangkan pemanfaatan BBM (HSD, IDO, FO) relatif sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan bahan bakar pembangkit listrik di Indonesia masih kurang merata, perlu pemerataan dengan melibatkan energi baru terbarukan yang sampai saat ini pemanfaatannya masih sangat sedikit diakibatkan karena harga listrik yang tidak bersaing.

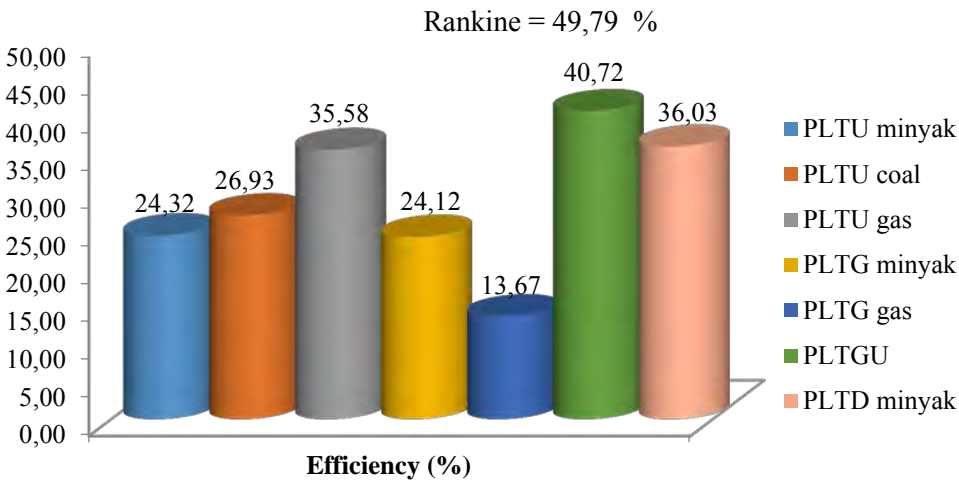


**Gambar 4.32** Penggunaan bahan bakar fosil pembangkit listrik (*Sember : Kementrian ESDM 2014*)

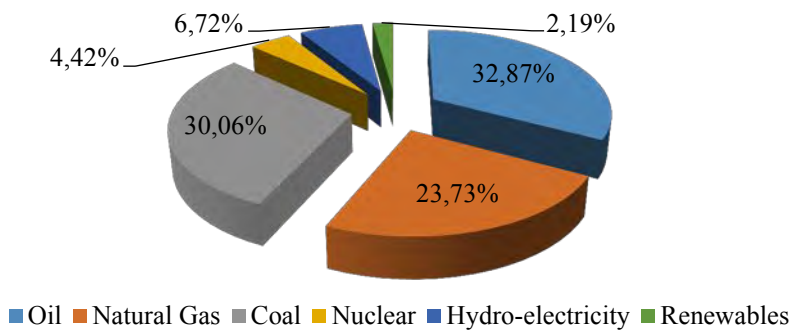
Dari hasil analisa, efisiensi pembangkit listrik Indonesia pun memiliki keberagaman, hal ini bisa menjadi pertimbangan ketika ingin membangun pembangkit untuk memnuhi elektrifikasi di Indonesia. Dari Gambar 4.33 terlihat bahwa efisiensi pembangkit tertinggi adalah PLTGU dengan 40,72% dan terendah adalah PLTG dengan 13,67%, hal ini sesuai dengan teori bahwa tidak ada efisiensi yang melebihi efisiensi Rankine (50%). Untuk mengurangi beban dalam pemenuhan elektrifikasi Indonesia, disarankan menggunakan PLTGU dengan bahan bakar campuran antara minyak dan gas, namun jika bahan bakar tersebut memiliki cadangan yang terbatas, penggunaan energi terbarukan dan nuklir pun perlu di pertimbangan.

Dari Gambar 4.34 terlihat bahwa pemakaian nuklir mencapai 4,42 % dimana pemakaiannya hampir sama dengan pemakaian energi air untuk pembangkit listrik. Pemakaian energi nuklir ini pun sudah mencapai 76,9% hanya untuk menghasilkan listrik di negara Perancis, hal ini menunjukkan bahwa dari segi teknologi dan keamanan, pemanfaatan nuklir bisa diimplentasikan

dengan baik dan aman. Tabel 4.16 menunjukkan 13 negara paling banyak mengkonsumsi nuklir untuk elektrifikasi negara mereka



**Gambar 4.33** Pembagian penggunaan bahan bakar pembangkit listrik (*Sumber : Kementrian ESDM 2014*)



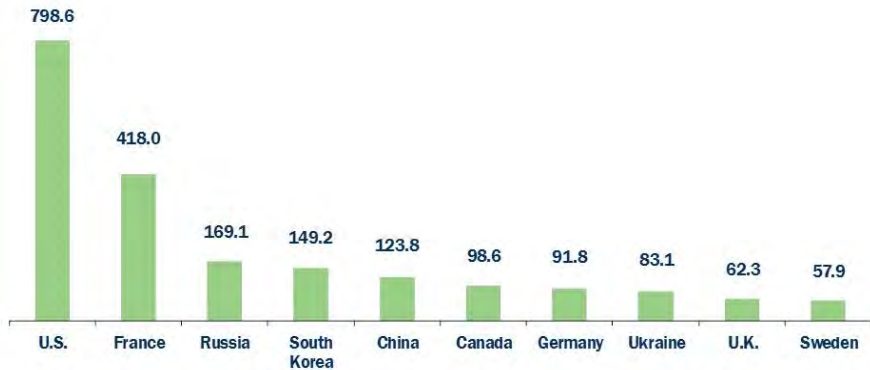
**Gambar 4.34** Konsumsi energi primer dunia (*Sumber : BP Statistical Review of World Energy 2014*)



**Tabel 4.16** Rasio pemanfaatan nuklir sebagai pembangkit listrik di 13 negara teratas (*Sumber : Nuclear Energy Institute 2014*)

France	76.9%
Slovakia	56.8%
Hungary	53.6%
Ukraine	49.4%
Belgium	47.5%
Sweden	41.5%
Switzerland	37.9%
Slovenia	37.2%
Czech Republic	35.8%
Finland	34.6%
Bulgaria	31.8%
Armenia	30.7%
South Korea	30.4%

Energi yang dihasilkan dari bahan bakar nuklir ditunjukkan oleh beberapa negara dimana salah satunya adalah USA dimana negara dengan ketahanan energi yang baik dan Perancis sebagai negara pemakai energi nuklir terbanyak di dunia seperti yang terlihat dari Gambar 4.35, hal ini menunjukkan bahwa energi makin bisa dimanfaatkan lebih besar lagi dan Indonesia perlu mempertimbangkan pemakaian energi nuklir ini di masa depan.



**Gambar 4.35** Negara penghasil listrik dari nuklir terbanyak di dunia (*Sumber : Nuclear Energy Institute*)

#### 4.7 Ketahanan Energi Indonesia dengan Skenario

Perhitungan indeks ketahanan energi menggunakan parameter yang digunakan oleh Kanchana dan Unesaki (2014) serta metode perhitungan mengadaptasi perhitungan indeks ketahanan energi Institute for 21<sup>st</sup> Century Energy. Perhitungan nilai per parameter menggunakan persamaan :

$$\text{Nilai per parameter} = \text{performa relatif} \times \text{bobot}$$

dengan : performa relatif = performa negara dibandingkan dengan performa negara patokan

bobot = tingkat kepentingan parameter yang dihitung

performa negara patokan yang digunakan adalah Indonesia, sehingga skor indeks ketahanan energi Indonesia adalah 1.00. Kemudian untuk menghitung indeks ketahanan energi total menggunakan persamaan :

$$\text{Indeks total} = \text{total nilai per parameter}$$

Jika melihat performa tahun 2012, Indonesia memiliki performa ketahanan energi paling buruk dibandingkan dengan 10 negara pembanding lainnya. Hal ini sangat disayangkan mengingat potensi energi yang dimiliki Indonesia padahal lebih baik daripada rata-rata negara lain di dunia. Kemudian apabila dilihat dari tren yang berangsur, kecil kemungkinan akan terjadi kemajuan performa Indonesia pada tahun 2025 nanti, dilihat dari perhitungan ulang indeks performa ketahanan energi Indonesia berdasarkan data-data proyeksi yang dilakukan yang menunjukkan Indonesia tetap berada di bawah kesepuluh negara pembanding. Perbaikan baru muncul apabila perhitungan indeks performa ketahanan energi Indonesia diperhitungkan dengan data dari skenario strategi ketahanan energi yang dibuat, di mana dengan skenario tersebut Indonesia setidaknya dapat mengungguli negara-negara pesaing ASEAN saat ini dan bahkan China yang memang sebenarnya belum terlalu aman ketahanan energinya karena beberapa parameter seperti self-sufficiency, resource diversification, dan import dependency masih memiliki performa tidak terlalu baik terlepas dari perkembangan negara ini beberapa tahun belakangan. Hal ini menunjukkan memang Indonesia butuh strategi apabila ingin meningkatkan ketahanan energinya sekaligus untuk meningkatkan daya saingnya di pasar global, dimulai dari lingkup ASEAN dengan tantangan AEC dari negara-negara tetangga pesaing Indonesia. Perbandingan kondisi-kondisi di atas dapat dilihat pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.17** Indeks ketahanan energi Indonesia dengan negara pembandingan

<b>Tahun 2012</b>	<b>Tahun 2025 (Prediksi)</b>	<b>Tahun 2025 (Skenario)</b>
1. USA (3.36)	1. Jerman (4.98)	1. Jerman (3.74)
2. Korea Selatan (2.89)	2. Korea Selatan (4.59)	2. Korea Selatan (3.43)
3. Jerman (2.73)	3. Jepang (3.63)	3. Jepang (2.75)
4. Rusia (2.49)	4. USA (3.28)	4. USA (2.69)
5. Jepang (2.26)	5. Rusia (2.59)	5. Rusia (2.13)
6. China (1.66)	6. India (1.89)	6. India (1.58)
7. Singapura (1.50)	7. China (1.63)	7. China (1.45)
8. Malaysia (1.23)	8. Singapura (1.05)	<b>8. Indonesia (1.00)</b>
9. India (1.22)	9. Malaysia (1.05)	9. Malaysia (0.90)
10. Thailand (1.06)	<b>10. Indonesia (1.00)</b>	10. Thailand (0.84)
<b>11. Indonesia (1.00)</b>	11. Thailand (0.98)	11. Singapura (0.77)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa poin berikut.

1. Indonesia berpotensi mengalami krisis energi pada 2025 apabila tidak ada strategi ketahanan energi nasional yang diterapkan terlihat dari indeks ketahanan energi yang dibuat.
2. Untuk sektor energi minyak bumi direkomendasikan untuk menekan produksi sebesar 10% per tahun, menekan konsumsi sebesar 2% per tahun, meningkatkan impor sebesar 5% per tahun, dan menekan ekspor sebesar 20% per tahun terhitung sejak tahun 2014 sehingga diperoleh rasio R/P sebesar 20.42 tahun. Selain itu direkomendasikan juga untuk meningkatkan kapasitas refinery serta membangun cadangan strategis minimal sebesar 39.752 juta barrel.
3. Untuk sektor energi gas alam direkomendasikan untuk mempertahankan tingkat produksi saat ini, meningkatkan konsumsi sebesar 7% per tahun, menekan impor sebesar 5% per tahun, dan menekan ekspor sebesar 25% per tahun terhitung sejak tahun 2014 sehingga diperoleh rasio R/P sebesar 28.77 tahun. Selain itu direkomendasikan juga untuk membangun infrastruktur gas yang merata di seluruh daerah Indonesia sebagai penunjang rekomendasi berupa pipa distribusi, terminal LNG, tanker LNG, serta fasilitas-fasilitas pemanfaatan energi gas.
4. Untuk sektor energi batu bara direkomendasikan untuk meningkatkan produksi sebesar 5% per tahun, meningkatkan konsumsi sebesar 8% per tahun, menekan impor sebesar 5% per tahun, dan meningkatkan ekspor

sebesar 5% per tahun terhitung sejak tahun 2014 sehingga diperoleh rasio R/P 30.31 tahun.

5. Untuk sektor energi terbarukan direkomendasikan untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan sebesar 2% per tahun sejak tahun 2014, sehingga pada tahun 2025 penggunaan energi terbarukan mencapai 50.60 MTOE, di mana saat ini penggunaan energi terbarukan Indonesia berupa biomassa baru sebesar 39.90 MTOE. Selain itu direkomendasikan juga untuk mengembangkan berbagai jenis energi terbarukan yang belum dimanfaatkan terutama energi surya dan nuklir.
6. Secara keseluruhan, apabila Indonesia menerapkan rekomendasi yang telah diberikan maka pada tahun 2025 nanti Indonesia dapat melampaui performa ketahanan energi Malaysia, Singapura, Thailand.

## APENDIKS

### 1. Memproyeksikan Produksi, Konsumsi, Impor, dan Ekspor Energi

Proyeksi data energi produksi, konsumsi, impor, dan ekspor diperhitungkan dengan metode trend projection, yakni metode peramalan serangkaian waktu yang sesuai dengan garis tren terhadap serangkaian titik-titik data masa lalu, kemudian diproyeksikan ke dalam peramalan masa depan untuk peramalan jangka menengah dan jangka panjang. Perhitungan dilakukan dengan persamaan garis :

$$y = a + bt$$

dengan :  $y$  = variabel yang akan diprediksi

$a$  = konstanta

$b$  = kemiringan garis regresi

$t$  = variabel waktu

kemudian dengan metode kuadrat terkecil didapatkan :

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Berikut adalah contoh perhitungan proyeksi data energi produksi batu bara Indonesia pada tahun 2025 :

Data produksi batu bara Indonesia 2009-2013

Tahun	Periode Waktu (x)	Produksi, Ribu BOE (y)	$x^2$	xy
2009	1	1075960	1	1075960
2010	2	1155690	4	2311380
2011	3	1483738	9	4451214
2012	4	1620776	16	6483104
2013	5	1886137	25	9430685
TOTAL	15	7222301	55	23752343

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15}{5} = 3$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{7222301}{5} = 1444460.2$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{23752343 - (5)(3)(1444460.2)}{55 - (5)(3)^2}$$

$$= 208544$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = 1444460.2 - (208544)(3) = 818828.2$$

$$y = a + bx = 818828.2 + 208544x$$

diperoleh persamaan garis proyeksi:

$$y = 818828.2 + 208544x$$



Untuk mendapatkan proyeksi produksi batu bara Indonesia pada tahun 2025 (tahun ke-17), maka digunakan  $x = 17$  sehingga didapatkan :

$$y = a + bx = 818828.2 + (208544)(17) \\ = 4364076.2 \text{ ribu BOE}$$

## 2. Proyeksi Data Sisa Cadangan Energi

Proyeksi data cadangan energi dihitung dengan persamaan :

$$c_n = nc_0 - \frac{(x_n - x_0)(n + 1)}{2}$$

dengan :

$c_n$  = sisa cadangan pada tahun ke-n

$c_0$  = sisa cadangan pada tahun patokan awal

$x_0$  = produksi pada tahun patokan awal

$x_n$  = produksi pada tahun ke-n

Berikut adalah contoh perhitungan cadangan batu bara Indonesia pada tahun 2025 dengan patokan awal tahun 2013.

$$n = 2025 - 2013 = 12$$

$$c_0 = 134238244.3 \text{ ribu BOE}$$

$$x_0 = 1886137.0 \text{ ribu BOE}$$

$$x_n = 4364076.2 \text{ ribu BOE}$$

$$c_n = nc_0 - \frac{(x_n - x_0)(n + 1)}{2}$$

$$c_n = (12)(134238244.3) - \frac{(4364076.2 - 1886137.0)(12 + 1)}{2}$$

$$c_n = 95497995.5 \text{ ribu BOE}$$

### 3. Perhitungan Skenario Produksi, Konsumsi, Impor, dan Ekspor Energi

Perhitungan skenario produksi, konsumsi, impor, dan ekspor energi menggunakan perhitungan persentase perubahan terhadap kondisi pada tahun sebelumnya.

Perhitungan menggunakan persamaan :

$$x_n = x_0 (100\% + a\%)^n$$

dengan :

$x_0$  = kondisi tahun patokan awal

$a\%$  = persentase perubahan skenario

(peningkatan atau penekanan)

Berikut adalah contoh perhitungan produksi batu bara Indonesia pada tahun 2025 dengan patokan awal tahun 2013 dan skenario peningkatan sebesar 1% per tahun.

$$n = 2025 - 2013 = 12$$

$$x_0 = 1881637.0 \text{ ribu BOE}$$

$$x_n = x_0 (100\% + a\%)^n = (1881637)(100\% + 1\%)^{12} = 2125346.4 \text{ ribu BOE}$$

#### 4. Perhitungan Rasio Cadangan per Produksi Energi

Perhitungan rasio cadangan per produksi energi dilakukan dengan persamaan :

$$R/P = \text{cadangan tahun } n : \text{laju produksi tahun } n$$

Berikut adalah contoh perhitungan cadangan per produksi batu bara Indonesia pada tahun 2013.

Cadangan batu bara 2013 = 134238244.3 ribu BOE

Produksi batu bara 2013 = 1886137.0 ribu BOE/tahun

$$R/P = \frac{1342238244.3 \text{ ribu BOE}}{1886137.0 \text{ ribu BOE/tahun}} = 71.17 \text{ tahun}$$

#### 5. Perhitungan Kapasitas Minimal Cadangan Strategis Minyak Bumi

Perhitungan kapasitas minimal cadangan strategis minyak bumi dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kapasitas cadangan} = \frac{\text{net impor}}{365} \times \text{target hari}$$

dengan :

net impor = selisih impor dikurangi ekspor  
pada tahun n

target hari = target jumlah hari cadangan  
bertahan

Berikut adalah contoh perhitungan kapasitas minimal cadangan strategis minyak bumi Indonesia untuk bertahan

selama 90 hari pada tahun 2025 sesuai hasil skenario ketahanan energi.

$$\text{net impor} = 171563.8 - 10346.7 = 161217.1 \text{ ribu barel}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas cadangan} &= \frac{161217.1}{365} \times 90 \\ &= 39752.2 \text{ ribu barel} \end{aligned}$$

## 6. Perhitungan Indeks Ketahanan Energi

Perhitungan indeks ketahanan energi menggunakan parameter yang digunakan oleh Kanchana dan Unesaki (2014) serta metode perhitungan mengadaptasi perhitungan indeks ketahanan energi Institute for 21<sup>st</sup> Century Energy. Perhitungan nilai per parameter menggunakan persamaan :

$$\text{Nilai per parameter} = \text{performa relatif} \times \text{bobot}$$

dengan :  $\text{performa relatif} = \frac{\text{performa negara}}{\text{dibandingkan dengan performa negara patokan}}$

$\text{bobot} = \text{tingkat kepentingan parameter yang dihitung}$

performa negara patokan yang digunakan adalah Indonesia, sehingga skor indeks ketahanan energi Indonesia adalah 1.00. Kemudian untuk menghitung indeks ketahanan energi total menggunakan persamaan :

$$\text{Indeks total} = \text{total nilai per parameter}$$



Berikut adalah contoh perhitungan indeks ketahanan energi Jepang :

Parameter	Performa	Performa Relatif	Bobot	Nilai per Parameter
Primary Energy Mix	93.62	1.03	0.22	0.230
TPES/capita	3.55	4.08	0.22	0.907
Final Energy Consumption	478.00	0.34	0.11	0.037
Self-sufficiency	67.00	0.86	0.17	0.144
Refining Capacity	4254.00	4.09	0.06	0.227
Import Dependancy	0.91	0.02	0.11	0.002
SWI	0.00	0.00	0.11	0.000

$$\begin{aligned}
 \text{Indeks total Jepang} &= 0.230 + 0.907 + 0.037 + 0.144 + 0.227 + \\
 &\quad 0.002 + 0.000 \\
 &= 1.546 = 1.55
 \end{aligned}$$

### A. Hasil Perhitungan Proyeksi Produksi, Konsumsi, Impor, Ekspor, dan Cadangan Energi Indonesia (MTOE)

Data	Komoditas	2009	2010	2011	2012	2013	2016	2019	2022	2025
Produksi	Coal	150.63	161.80	207.72	226.91	264.06	348.21	435.79	523.38	610.97
	Crude Oil	48.51	48.28	46.10	44.05	42.12	37.31	32.20	27.10	22.00
	Natural Gas	64.32	76.64	72.69	69.21	64.72	66.20	64.22	62.23	60.24
Impor	Coal	0.04	0.03	0.02	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13
	Crude Oil	48.51	36.58	36.97	40.79	44.45	39.51	38.34	37.17	36.00
	Natural Gas	1.09	1.94	2.38	3.07	3.94	5.89	7.94	9.99	12.04
Konsumsi	Coal	11.59	19.16	20.25	17.24	25.05	31.16	38.66	46.16	53.67
	Crude Oil	50.38	54.54	57.16	58.83	54.33	61.15	64.80	68.46	72.12
	Natural Gas	20.12	20.69	22.16	23.54	24.27	27.73	31.07	34.42	37.76
	Biomassa	39.08	40.38	39.21	39.52	39.90	40.00	40.23	40.46	40.69
Ekspor	Coal	116.64	122.30	160.33	178.78	193.30	259.17	322.11	385.05	447.99
	Crude Oil	23.95	18.82	23.18	20.37	21.08	19.38	18.13	16.87	15.61
	Natural Gas	33.39	36.62	36.05	32.88	31.46	30.27	27.99	25.71	23.42
Cadangan	Coal	14174.90	14174.90	18793.66	19438.39	18793.35	18589.27	18327.93	18008.21	17630.09
	Crude Oil	602.43	592.23	565.54	523.78	516.95	490.48	467.31	447.54	431.17
	Natural Gas	2789.80	2818.40	2722.20	2685.80	2639.00	2595.36	2551.88	2509.74	2468.91

## B. Hasil Perhitungan Skenario Produksi, Konsumsi, Impor, Ekspor, dan Cadangan Energi Indonesia (MTOE)

Data	Komoditas	2009	2010	2011	2012	2013	2016	2019	2022	2025
Produksi	Coal	150.63	161.80	207.72	226.91	264.06	305.68	353.86	409.64	474.21
	Crude Oil	48.51	48.28	46.10	44.05	42.12	30.70	22.38	16.32	11.89
	Natural Gas	64.32	76.64	72.69	69.21	64.72	64.72	64.72	64.72	64.72
Impor	Coal	0.04	0.03	0.02	0.05	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04
	Crude Oil	48.51	36.58	36.97	40.79	44.45	51.46	59.57	68.96	79.83
	Natural Gas	1.09	1.94	2.38	3.07	3.94	3.38	2.89	2.48	2.13
Konsumsi	Coal	11.59	19.16	20.25	17.24	25.05	31.56	39.76	50.08	63.09
	Crude Oil	50.38	54.54	57.16	58.83	54.33	51.14	48.13	45.30	42.64
	Natural Gas	20.12	20.69	22.16	23.54	24.27	29.73	36.42	44.61	54.65
	Biomassa	39.08	40.38	39.21	39.52	39.90	42.34	44.93	47.68	50.60
Ekspor	Coal	116.64	122.30	160.33	178.78	193.30	165.73	142.09	121.83	104.45
	Crude Oil	23.95	18.82	23.18	20.37	21.08	10.79	5.53	2.83	1.45
	Natural Gas	33.39	36.62	36.05	32.88	31.46	13.27	5.60	2.36	1.00
Cadangan	Coal	14174.90	14174.90	18793.66	19438.39	18793.35	17917.93	16904.52	15731.37	14373.30
	Crude Oil	602.43	592.23	565.54	523.78	516.95	413.43	337.96	282.95	242.84
	Natural Gas	2789.80	2818.40	2722.20	2685.80	2639.00	2444.83	2250.65	2056.48	1862.31



### C. Data Energy Balance Indonesia 2009 (ribu BOE)

	Hydro power	Geothe rmal	Biom ass	Coal	Brik et	Natural gas	Crude oil	Fuel	Biof uel	LPG	Petrol eum	Electri city	LNG	Total
<b>Primary Energy Supply</b>	<b>28688</b>	<b>14973</b>	<b>279251</b>	<b>236439</b>	<b>0</b>	<b>406622</b>	<b>337584</b>	<b>151618</b>	<b>0</b>	<b>6509</b>	<b>-28369</b>	<b>0</b>	<b>185692</b>	<b>1247623</b>
a. Production	28688	14973	279251	107596 0	0	459444	346469	0	0	0	0	0	0	2204786
b. Import	0	0	0	289	0	0	119601	129437	0	7819	7363	0	0	264507
c. Eksport	0	0	0	833137	0	-52822	-133282	-2045	0	0	-35732	0	185692	-1242710
d. Stock change	0	0	0	-6673	0	0	4796	24226	0	-1310	0	0	0	21040
<b>Energy Transformation</b>	<b>-28688</b>	<b>-14973</b>	<b>-107</b>	<b>153852</b>	<b>220</b>	<b>-288526</b>	<b>-331173</b>	<b>182980</b>	<b>0</b>	<b>18750</b>	<b>54291</b>	<b>96117</b>	<b>185692</b>	<b>-279270</b>
a. Refinery	0	0	0	0	0	-2781	-331173	247165	0	6555	54291	0	0	-25943
b. LNG Plant	0	0	0	0	0	-4457	0	0	0	7983	0	0	185692	3527
c. LPG Plant	0	0	0	0	0	-219382	0	0	0	4213	0	0	0	-29477
c. Coal processing	0	0	0	-258	220	0	0	0	0	0	0	0	0	-38
d. Power plant	-28688	-14973	-107	153594	0	-61907	0	-64186	0	0	0	96117	0	-227338
- PLN	-25982	-9135	0	-90739	0	-47870	0	-62476	0	0	0	73945	0	-162256
-IPP	-2707	-5838	-107	-62855	0	-14037	0	-1710	0	0	0	22172	0	-65082
<b>Own use and losses</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>-6411</b>	<b>-635</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-12427</b>	<b>0</b>	<b>-19474</b>
a. During tranformation	0	0	0	0	-1	0	-6411	0	0	0	0	-3203	0	-9615
b. Transmission	0	0	0	0	0	0	0	-635	0	0	0	-9224	0	-9860



<b>Final energy supply</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>279145</b>	<b>82587</b>	<b>219</b>	<b>118096</b>	<b>0</b>	<b>333962</b>	<b>0</b>	<b>25259</b>	<b>25922</b>	<b>83690</b>	<b>0</b>	<b>948880</b>
<b>Statistic Discrepancy</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-356</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1123</b>	<b>0</b>	<b>757</b>
<b>Final energy consumption</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>279145</b>	<b>82587</b>	<b>219</b>	<b>118452</b>	<b>0</b>	<b>333962</b>	<b>0</b>	<b>25259</b>	<b>25922</b>	<b>82567</b>	<b>0</b>	<b>948112455</b>
a. Industry	0	0	44496	82587	219	89101	0	49952	0	955	0	28323	0	295633887
b. Transportation	0	0	0	0	0	56	0	226454	0	0	0	68	0	226578475
c. Household	0	0	233261	0	0	130	0	24255	0	23433	0	33682	0	314759457
d. Commercial	0	0	1388	0	0	730	0	6990	0	871	0	20494	0	30473181
e. Other sector	0	0	0	0	0	0	0	26311	0	0	0	0	0	26311219
<b>Non energy use</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28434</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>25922</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54356235</b>

#### D. Data Energy Balance Indonesia 2010 (ribu BOE)

	<b>Hydro power</b>	<b>Geothermal</b>	<b>Biomass</b>	<b>Coal</b>	<b>Briket</b>	<b>Natural gas</b>	<b>Crude oil</b>	<b>Fuel</b>	<b>Biofuel</b>	<b>LPG</b>	<b>Petroleum</b>	<b>Electricity</b>	<b>LNG</b>	<b>Total</b>
<b>Primary Energy Supply</b>	<b>44559</b>	<b>14682</b>	<b>288502</b>	<b>281400</b>	<b>0</b>	<b>487410</b>	<b>347284</b>	<b>163249</b>	<b>28560</b>	<b>11363</b>	<b>-25268</b>	<b>0</b>	<b>-201523</b>	<b>1440219</b>
a. Production	44559	14682	288502	1155690	0	547395	344888	0	28560	0	0	0	0	2424276
b. Import	0	0	0	232	0	0	101093	150349	0	13827	9849	0	0	275350
c. Eksport	0	0	0	873600	0	-59985	-134473	-3410	0	-94	-35117	0	201523	-1308203
d. Stock change	0	0	0	-922	0	0	35776	16567	0	-2369	0	0	0	49052

<b>Energy Transformation</b>	<b>-44559</b>	<b>-14682</b>	<b>-58</b>	<b>-</b> <b>144860</b>	<b>287</b>	<b>-326115</b>	<b>-340475</b>	<b>172137</b>	<b>0</b>	<b>21127</b>	<b>79793</b>	<b>104079</b>	<b>201523</b>	<b>-</b> <b>291418</b>
a. Refinery	0	0	0	0	0	-3057	-340475	235748	0	5538	79793	0	0	-22453
b. LNG Plant	0	0	0	0	0	-3748	0	0	0	10633	0	0	201523	6886
c. LPG Plant	0	0	0	0	0	-256454	0	0	0	4956	0	0		-49975
c. Coal processing	0	0	0	-338	287	0	0	0	0	0	0	0	0	-51
d. Power plant	-44559	-14682	-58	- 144522	0	-62857	0	-63611	0	0	0	104079	0	- 225825
- PLN	-39898	-9181	0	- 100627	0	-50876	0	-61645	0	0	0	80738	0	- 181488
-IPP	-4662	-5501	-58	-43895	0	-11981	0	-1966	0	0	0	23341	0	44338
<b>Own use and losses</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>-39943</b>	<b>-6809</b>	<b>-628</b>	<b>-57</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-13372</b>	<b>0</b>	<b>-60811</b>
a. During tranformation	0	0	0	0	-1	-3057	-6809	0	0	0	0	-3593	0	-13460
b. Energy use/own use	0	0	0	0	0	-36886	0	0	0	0	0	0	0	-36886
c. Transmission	0	0	0	0	0	0	0	-628	-57	0	0	-9780	0	-10465
<b>Final energy supply</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>288444</b>	<b>136540</b>	<b>285</b>	<b>121352</b>	<b>0</b>	<b>335014</b>	<b>28503</b>	<b>32490</b>	<b>54525</b>	<b>90707</b>	<b>0</b>	<b>108823</b> <b>6</b>
<b>Statstic Discrepancy</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6073</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>736</b>	<b>0</b>	<b>6818</b>
<b>Final energy consumption</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>288444</b>	<b>136540</b>	<b>285</b>	<b>115279</b>	<b>0</b>	<b>335014</b>	<b>28503</b>	<b>32490</b>	<b>54525</b>	<b>90348</b>	<b>0</b>	<b>108142</b> <b>8</b>
a. Industry	0	0	43302	136540	285	85729	0	57602	0	1045	0	31254	0	355757
b. Transportation	0	0	0	0	0	70	0	227203	28503	0	0	54	0	255830
c. Household	0	0	243762	0	0	135	0	14439	0	30493	0	36673	0	325501
d. Commercial	0	0	1381	0	0	963	0	7027	0	953	0	22367	0	32690



e. Other sector	0	0	0	0	0	0	0	28743	0	0	0	0	0	28743
<b>Non energy use</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28382</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>54525</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>82906</b>

## E. Energy Balance Indonesia 2011 (ribu BOE)

	Hydro power	Geothermal	Biomass	Coal	Briquet	Natural gas	Crude oil	Fuel	Biofuel	LPG	Petroleum	Electricity	LNG	Total
<b>Primary Energy Supply</b>	<b>31269</b>	<b>16494</b>	<b>280171</b>	<b>334143</b>	<b>0</b>	<b>458952</b>	<b>327422</b>	<b>200795</b>	<b>46676</b>	<b>17564</b>	<b>-27029</b>	<b>1558</b>	<b>197244</b>	<b>1490771</b>
a. Production	31269	16494	280171	1483738	0	519210	329265	0	46676	0	0	0	0	2706822
b. Import	0	0	0	178	0	0	96862	166187	0	16979	1010	1558	0	282775
c. Eksport	0	0	0	1145220	0	-60258	-135572	-1978	0	0	-28040	0	197224	-1569083
d. Stock change	0	0	0	-4554	0	0	36867	22795	0	484	97008	0	0	70256
<b>Energy Transformation</b>	<b>-31269</b>	<b>-16494</b>	<b>-121</b>	<b>189576</b>	<b>66</b>	<b>-297779</b>	<b>-321002</b>	<b>126088</b>	<b>0</b>	<b>19482</b>	<b>97008</b>	<b>111243</b>	<b>207689</b>	<b>-303711</b>
a. Refinery	0	0	0	0	0	-2948	-321002	181146	0	6008	106738	0	0	-28141
b. Gas processing	0	0	0	0	0	-234816	0	0	0	13474	0	0	207689	-13653
c. Coal processing	0	0	0	-78	66	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
d. Power plant	-31269	-16494	-121	189498	0	-60015	0	-55058	0	0	0	111243	0	-261905
- PLN	-25973	-6138	0	115223	0	-51316	0	-54042	0	0	0	87499	0	-186729
-IPP	-5296	-10356	-121	-74274	0	-8700	0	-1015	0	0	0	23744	0	-75177

<b>Own use and losses</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-38592</b>	<b>-6420</b>	<b>-631</b>	<b>-93</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-14361</b>	<b>-10445</b>	<b>-70503</b>
a. During transformation	0	0	0	0	0	-2948	-6420	0	0	0	0	-3990	0	-13358
b. Energy use/own use	0	0	0	0	0	-35644	0	0	0	0	0	0	0	-35644
c. Transmission	0	0	0	0	0	0	0	-631	-93	0	0	-10371	-10445	-21502
<b>Final energy supply</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>280050</b>	<b>144567</b>	<b>66</b>	<b>122581</b>	<b>0</b>	<b>338298</b>	<b>46583</b>	<b>37046</b>	<b>69978</b>	<b>98440</b>	<b>0</b>	<b>1116556</b>
<b>Statistic Discrepancy</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1347</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>442</b>	<b>0</b>	<b>1789</b>
<b>Final energy consumption</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>280050</b>	<b>144567</b>	<b>66</b>	<b>121234</b>	<b>0</b>	<b>338298</b>	<b>46583</b>	<b>37046</b>	<b>69978</b>	<b>97998</b>	<b>0</b>	<b>1114767</b>
a. Industry	0	0	43733	144567	66	91214	0	49382	0	608	0	33547	0	359687
b. Transportation	0	0	0	0	0	181	0	250055	46583	0	0	54	0	277405
c. Household	0	0	234943	0	0	114	0	7015	0	35326	0	39914	0	320369
d. Commercial	0	0	1374	0	0	1290	0	5772	0	1112	0	24485	0	34077
e. Other sector	0	0	0	0	0	0	0	26073	0	0	0	0	0	24816
<b>Non energy use</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28434</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>69978</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>98413</b>



## F. Energy Balance Indonesia 2012 (ribu BOE)

	Hydro power	Geothermal	Biomass	Coal	Briket	Natural gas	Crude oil	Fuel	Biofuel	LPG	Petroleum	Electricity	LNG	Total
<b>Primary Energy Supply</b>	<b>32226</b>	<b>16573</b>	<b>282344</b>	<b>345000</b>	<b>0</b>	<b>129976</b>	<b>307283</b>	<b>212840</b>	<b>60252</b>	<b>21635</b>	<b>-24804</b>	<b>1833</b>	<b>170520</b>	<b>1514639</b>
a. Production	32226	16573	282344	1620776	0	494331	314666	0	60252	0	0	0	0	2821169
b. Import	0	0	0	327	0	0	95968	192024	0	21940	3367	1833	0	315458
c. Eksport	0	0	0	1277015	0	-64335	-115339	-1978	0	0	-28171	0	170520	-1657378
d. Stock change	0	0	0	912	0	0	11988	22795	0	-350	0	0	0	35390
<b>Energy Transformation</b>	<b>-32226</b>	<b>-16573</b>	<b>-88</b>	<b>221976</b>	<b>128</b>	<b>-266716</b>	<b>-301258</b>	<b>126088</b>	<b>0</b>	<b>21248</b>	<b>106738</b>	<b>120962</b>	<b>172153</b>	<b>-291520</b>
a. Refinery	0	0	0	0	0	-3572	-301258	181146	0	5644	106738	0	0	-11303
b. Gas processing	0	0	0	0	0	-188169	0	0	0	15605	0	0	172153	-411
c. Coal processing	0	0	0	-151	128	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
d. Power plant	-32226	-16573	-88	221825	0	-74975	0	-55058	0	0	0	120962	0	-279784
- PLN	-26499	-6261	0	149162	0	-65721	0	-54042	0	0	0	91800	0	-209886
-IPP	-5727	-10312	-88	-72663	0	-9225	0	-1015	0	0	0	29162	0	-69898
<b>Own use and losses</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-37586</b>	<b>-6025</b>	<b>-631</b>	<b>-120</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-15193</b>	<b>-1634</b>	<b>-61189</b>
a. During tranformation	0	0	0	0	0	-3572	-6025	0	0	0	0	-4253	0	-13851
b. Energy use/own use	0	0	0	0	0	-34013	0	0	0	0	0	0	0	-34013

c. Transmission	0	0	0	0	0	0	0	-631	-120	0	0	-10940	-1634	-13325
<b>Final energy supply</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>282256</b>	<b>123024</b>	<b>128</b>	<b>125674</b>	<b>0</b>	<b>338298</b>	<b>6013</b> <b>2</b>	<b>42883</b>	<b>81934</b>	<b>107601</b>	<b>0</b>	<b>-1161</b>
<b>Statistic Discrepancy</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>386</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>945</b>	<b>0</b>	<b>1332</b>
<b>Final energy consumption</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>282256</b>	<b>123024</b>	<b>128</b>	<b>125287</b>	<b>0</b>	<b>338298</b>	<b>6013</b> <b>2</b>	<b>42883</b>	<b>81934</b>	<b>106656</b>	<b>0</b>	<b>1160599</b>
a. Industry	0	0	42315	123024	128	94779	0	49382	0	621	0	36888	0	347138
b. Transportation	0	0	0	0	0	367	0	250055	6013 2	0	0	66	0	310620
c. Household	0	0	238574	0	0	134	0	7015	0	42123	0	44217	0	331064
d. Commercial	0	0	1367	0	0	1625	0	5772	0	1139	0	25485	0	35388
e. Other sector	0	0	0	0	0	0	0	26073	0	0	0	0	0	26073
<b>Non energy use</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28382</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>81934</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>110316</b>

### G. Energy Balance Indonesia 2013 (ribu BOE)

	Hydro power	Geothermal	Biomass	Coal	Briket	Natural gas	Crude oil	Fuel	Biofuel	LPG	Petroleum	Electricity	LNG	Total
<b>Primary Energy Supply</b>	<b>42627</b>	<b>15245</b>	<b>285120</b>	<b>410567</b>	<b>0</b>	<b>402121</b>	<b>306137</b>	<b>209569</b>	<b>7107</b> <b>4</b>	<b>30658</b>	<b>-20335</b>	<b>1857</b>	<b>-</b> <b>159509</b>	<b>1595131</b>
a. Production	42627	15245	285120	188613 7	0	462317	300830	0	7107 4	0	0	0	0	3063350
b. Import	0	0	0	463	0	0	118334	192656	0	28130	6509	1857	0	347949
c. Eksport	0	0	0	- 138072 4	0	-65195	-117380	-6339	0	0	-26845	0	- 159509	-1750993
d. Stock change	0	0	0	-95309	0	0	4353	23253	0	2529	0	0	0	-65175



<b>Energy Transformation</b>	<b>-42627</b>	<b>-15425</b>	<b>-140</b>	<b>231662</b>	<b>130</b>	<b>-276871</b>	<b>-300134</b>	<b>119366</b>	<b>0</b>	<b>17143</b>	<b>80094</b>	<b>132522</b>	<b>181963</b>	<b>-337550</b>
a. Refinery	0	0	0	0	0	-3490	-300134	168447	0	4807	80094	0	0	-50276
b. Gas processing	0	0	0	0	0	-191748	0	0	0	12336	0	0	181963	2551
c. Coal processing	0	0	0	-153	130	0	0	0	0	0	0	0	0	-23
d. Power plant	-42627	-15425	-140	231596	0	-83633	0	-49081	0	0	0	132522	0	-289802
- PLN	-32767	-6334	0	166324	0	-73616	0	-49081	0	0	0	100511	0	-227578
-IPP	-9860	-8912	-140	-65272	0	-10017	0	-34	0	0	0	32011	0	-62224
<b>Own use and losses</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-42538</b>	<b>-6003</b>	<b>-608</b>	<b>-142</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-17453</b>	<b>-22454</b>	<b>-89198</b>
a. During tranformation	0	0	0	0	0	-3490	-6003	0	0	0	0	-4763	0	-14256
b. Energy use/own use	0	0	0	0	0	-39048	0	0	0	0	0	0	0	-39048
c. Transmission	0	0	0	0	0	0	0	-608	-142	0	0	-12690	-22454	-35894
<b>Final energy supply</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>284980</b>	<b>178817</b>	<b>130</b>	<b>80712</b>	<b>0</b>	<b>328327</b>	<b>70932</b>	<b>47801</b>	<b>59758</b>	<b>116926</b>	<b>0</b>	<b>1168384</b>
<b>Statistic Discrepancy</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-44818</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1964</b>	<b>0</b>	<b>-42854</b>
<b>Final energy consumption</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>284980</b>	<b>178817</b>	<b>130</b>	<b>125529</b>	<b>0</b>	<b>328327</b>	<b>70932</b>	<b>47801</b>	<b>59758</b>	<b>114962</b>	<b>0</b>	<b>1211237</b>
a. Industry	0	0	44374	178817	130	95431	0	40778	0	893	0	39466	0	399688
b. Transportation	0	0	0	0	0	185	0	252411	70932	0	0	79	0	323607
c. Household	0	0	239246	0	0	122	0	6396	0	45839	0	47330	0	338934
d. Commercial	0	0	1360	0	0	1422	0	5195	0	1269	0	28088	0	37334
e. Other sector	0	0	0	0	0	0	0	23546	0	0	0	0	0	23546

Non energy use	0	0	0	0	0	28370	0	0	0	0	59758	0	0	88128
----------------	---	---	---	---	---	-------	---	---	---	---	-------	---	---	-------

## H. Hasil Perhitungan Indeks Ketahanan Energi 2013

Negara	Overall Energy Balance		Demand-side Management				Domestic Energy Resources				Overseas Energy Resources		Resource Diversification			KPI
	Primary Energy Mix		TPES/capita		Final Energy Consumption		Self-sufficiency		Refining capacity		Import Dependency		SWI			
	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala		
Indonesia	96.77	1.00	0.87	1.00	0.65	1.00	65.72	1.00	1041.00	1.00	-1.41	1.00	0.46	1.00	1.00	1.0 0
Thailand	97.57	0.99	1.89	2.17	1.73	0.38	20.29	0.31	1260.00	1.21	0.49	0.20	0.71	1.54	1.06	
Singapura	99.73	0.97	4.72	5.43	13.95	0.05	0.00	0.00	1395.00	1.34	0.95	0.00	0.00	0.00	1.50	
USA	86.55	1.12	6.81	7.83	7.03	0.09	117.5 2	1.79	17824.0 0	17.12	0.17	0.33	0.33	0.71	3.36	
China	90.74	1.07	2.14	2.46	2.02	0.32	40.28	0.61	11933.0 0	11.46	0.17	0.33	0.28	0.61	1.66	
Jepang	93.62	1.03	3.55	4.08	3.75	0.17	347.0 0	5.28	4254.00	4.09	0.91	0.02	0.00	0.00	2.26	
Korsel	86.75	1.12	5.27	6.06	5.42	0.12	444.1 1	6.76	2887.00	2.77	0.84	0.05	0.00	0.00	2.89	
Jerman	82.62	1.17	3.82	4.39	3.87	0.17	529.2 5	8.05	2097.00	2.01	0.63	0.14	0.02	0.05	2.73	
Rusia	88.89	1.09	5.27	6.06	4.87	0.13	122.7 2	1.87	5785.00	5.56	-0.81	0.75	0.75	1.63	2.49	
Malaysia	97.01	1.00	2.78	3.20	2.74	0.24	16.74	0.25	539.00	0.52	-0.08	0.44	0.64	1.39	1.23	
India	92.24	1.05	0.64	0.74	0.46	1.41	144.4 0	2.20	4279.00	4.11	0.42	0.22	0.21	0.46	1.22	
Bobot	0.22		0.22		0.11		0.17		0.06		0.11		0.11			



# I. Hasil Perhitungan Indeks Ketahanan Energi 2025 Menurut Proyeksi

Negara	Overall Energy Balance		Demand-side Management				Domestic Energy Resources				Overseas Energy Resources		Resource Diversification		KPI
	Primary Energy Mix		TPES/capita		Final Energy Consumption		Self-sufficiency		Refining capacity		Import Dependency		SWI		
	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	
Indonesia	80.08	1.00	0.89	1.00	0.72	1.00	29.62	1.00	1041.00	1.00	-2.15	1.00	0.47	1.00	1.00
Thailand	97.57	0.82	1.89	2.12	1.73	0.42	20.29	0.69	1260.00	1.21	0.49	0.15	0.71	1.53	1.07
Singapura	99.73	0.80	4.72	5.29	13.95	0.05	0.00	0.00	1395.00	1.34	0.95	0.00	0.00	0.00	1.43
USA	86.55	0.93	6.81	7.63	7.03	0.10	117.52	3.97	17824.00	17.12	0.17	0.25	0.33	0.70	3.63
China	90.74	0.88	2.14	2.40	2.02	0.35	40.28	1.36	11933.00	11.46	0.17	0.25	0.28	0.61	1.73
Jepang	93.62	0.86	3.55	3.98	3.75	0.19	347.00	11.72	4254.00	4.09	0.91	0.01	0.00	0.00	3.28
Korsel	86.75	0.92	5.27	5.90	5.42	0.13	444.11	15.00	2887.00	2.77	0.84	0.04	0.00	0.00	4.19
Jerman	82.62	0.97	3.82	4.28	3.87	0.19	529.25	17.87	2097.00	2.01	0.63	0.10	0.02	0.05	4.29
Rusia	88.89	0.90	5.27	5.90	4.87	0.15	122.72	4.14	5785.00	5.56	-0.81	0.57	0.75	1.61	2.77
Malaysia	97.01	0.83	2.78	3.11	2.74	0.26	16.74	0.57	539.00	0.52	-0.08	0.33	0.64	1.38	1.22
India	92.24	0.87	0.64	0.72	0.46	1.55	144.40	4.88	4279.00	4.11	0.42	0.17	0.21	0.45	1.63

Bobot	0.22	0.22	0.11	0.17	0.06	0.11	0.11	1.00
-------	------	------	------	------	------	------	------	------

**J. Hasil Perhitungan Indeks Ketahanan Energi 2025 Menurut Skenario**

Negara	Overall Energy Balance		Demand-side Management				Domestic Energy Resources				Overseas Energy Resources		Resource Diversification		KPI
	Primary Energy Mix		TPES/capita		Final Energy Consumption		Self-sufficiency		Refining capacity		Import Dependency		SWI		
	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	Hasil	Skala	
Indonesia	76.02	1.00	1.85	1.00	0.74	1.00	29.92	1.00	39752.20	1.00	-0.12	1.00	0.43	1.00	1.00
Thailand	97.57	0.78	1.89	1.02	1.73	0.43	20.29	0.68	1260.00	0.03	0.49	0.44	0.71	1.66	0.80
Singapura	99.73	0.76	4.72	2.56	13.95	0.05	0.00	0.00	1395.00	0.04	0.95	0.00	0.00	0.00	0.75
USA	86.55	0.88	6.81	3.69	7.03	0.11	117.52	3.93	17824.00	0.45	0.17	0.73	0.33	0.76	1.87
China	90.74	0.84	2.14	1.16	2.02	0.37	40.28	1.35	11933.00	0.30	0.17	0.73	0.28	0.66	0.88
Jepang	93.62	0.81	3.55	1.92	3.75	0.20	347.00	11.60	4254.00	0.11	0.91	0.04	0.00	0.00	2.57
Korsel	86.75	0.88	5.27	2.85	5.42	0.14	444.11	14.85	2887.00	0.07	0.84	0.10	0.00	0.00	3.33
Jerman	82.62	0.92	3.82	2.07	3.87	0.19	529.25	17.69	2097.00	0.05	0.63	0.30	0.02	0.05	3.68
Rusia	88.89	0.86	5.27	2.85	4.87	0.15	122.72	4.10	5785.00	0.15	-0.81	1.64	0.75	1.76	1.91
Malaysia	97.01	0.78	2.78	1.51	2.74	0.27	16.74	0.56	539.00	0.01	-0.08	0.96	0.64	1.50	0.91
India	92.24	0.82	0.64	0.35	0.46	1.60	144.40	4.83	4279.00	0.11	0.42	0.49	0.21	0.49	1.36
Bobot	0.22		0.22		0.11		0.17		0.06		0.11		0.11		1.00



### K. Konsumsi Energi Primer Dunia 2013 per Negara (MTOE)

Negara	China	USA	Rusia	Jepang	Jerman	Korsel	Indonesia	Thailand	Malaysia	Singapura	India
Oil	507.4	831	153.1	208.9	112.1	108.4	73.8	50.4	31.2	65.9	175.2
Natural Gas	145.5	671	372.1	105.2	75.3	47.3	34.6	47	30.6	9.5	46.3
Coal	1925.3	455.7	93.5	128.6	81.3	81.9	54.4	16	17	0	324.3
Nuclear	25	187.9	39.1	3.3	22	31.4	0	0	0	0	7.5
Hydro-electricity	206.3	61.5	41	18.6	4.6	1.3	3.5	1.3	2.1	0	29.8
Renewables	42.9	58.6	0.1	9.4	29.7	1	2.3	1	0.3	0.3	11.7
<b>TOTAL</b>	<b>2852.4</b>	<b>2265.7</b>	<b>698.9</b>	<b>474</b>	<b>325</b>	<b>271.3</b>	<b>168.6</b>	<b>115.7</b>	<b>81.2</b>	<b>75.7</b>	<b>594.8</b>

### L. Produksi Energi Dunia 2013 per Negara (MTOE)

Negara	China	USA	Rusia	Jepang	Jerman	Korsel	Indonesia	Thailand	Malaysia	Singapura	India
Oil	208.1	446.2	531.4	0	0	0	42.7	16.6	29.6	0	42
Natural Gas	105.3	627.2	544.3	0	7.4	0	63.4	37.6	62.1	0	30.3
Coal	1840	500.5	165.1	0.7	43	0.8	258.9	5	0	0	228.8
Biofuels	1.68	28.44	0	0	2.615	0.302	1.608	1.251	0	0	0.321
<b>TOTAL</b>	<b>2155.08</b>	<b>1602.34</b>	<b>1240.8</b>	<b>0.7</b>	<b>53.015</b>	<b>1.102</b>	<b>366.608</b>	<b>60.451</b>	<b>91.7</b>	<b>0</b>	<b>301.421</b>

**M. Cadangan Energi per Negara 2013 (MTOE)**

Negara	Oil	Natural Gas	Coal	Total
China	2500.00	2970.00	80150.00	85620.00
USA	5400.00	8370.00	166106.50	179876.50
Rusia	12700.00	28170.00	109907.00	150777.00
Jepang	0.00	0.00	242.90	242.90
Jerman	0.00	45.00	28383.60	28428.60
Korsel	0.00	0.00	88.20	88.20
India	800.00	1260.00	42420.00	44480.00
Indonesia	500.00	2610.00	19611.90	22721.90
Thailand	100.00	270.00	867.30	1237.30
Malaysia	500.00	990.00	0.00	1490.00
Singapura	0.00	0.00	0.00	0.00



**N. Penduduk per Negara 2012 (juta)**

<b>Negara</b>	<b>Penduduk</b>
<b>China</b>	1350.70
<b>USA</b>	314.28
<b>Rusia</b>	143.53
<b>Jepang</b>	127.55
<b>Jerman</b>	81.92
<b>Korsel</b>	50.00
<b>India</b>	1236.69
<b>Indonesia</b>	246.86
<b>Thailand</b>	66.79
<b>Malaysia</b>	29.24
<b>Singapura</b>	5.31

## **DAFTAR PUSTAKA**

Ang BW, Choong WL. Energy Security: Definitions, Dimensions, Indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2014; 42: 1077-1093.

Association of Southeast Asian Nations. (2008) ASEAN Economic Community Blueprint. 2008. Indonesia.

British Petroleum. BP Statistical Review of World Energy 2014. Inggris : BP; 2014.

Correlje A, van der Linde C. Energy Supply Security and Geopolitics: A European Perspective. *Energy Policy* 2006; 34: 532-543.

Gunningham N. Managing The Energy Trilemma: The Case of Indonesia. *Energy Policy* 2013; 54: 184-193.

Hamdani RS, editor. Indonesian Energy Security and Clean Energy Modeling. Indonesia : Bappenas; 2014.

Hasan MH, Mahlia TMI, Nur H. A Review on Energy Scenario and Sustainable Energy in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2012; 16: 2316-2328.

International Energy Agency. Key World Energy Statistics 2014. Amerika : IEA; 2014.

Lefevre N. Measuring the Energy Security Implications of Fossil Fuel Resource Concentration. *Energy Policy* 2010; 38: 1635-1644.

Loschel A, Moslener U, Rubbelke DTG. Indicators of Energy Security in Industrialised Countries. *Energy Policy* 2010; 38: 1665-1671.

Kanchana K, Unesaki H. ASEAN Energy Security: An Indicator-based Assessment. *Energy Procedia* 2014; 56: 163-171.

Kementrian ESDM. Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2014. Indonesia : ESDM; 2014.

Kementrian ESDM. Kajian Supply Demand Energy 2012. Indonesia : ESDM; 2014.

Kruyt B, van Vuuren DP, de Vries HJM, Groenenberg H. Indicators for Energy Security. *Energy Policy* 2009; 47: 2166-2181.

Martchamadol J, Kumar S, An Aggregated Energy Security Performance Indicator. *Applied Energy* 2013; 103: 653-670.

Mujiyanto S, Tiess G. Secure Energy Supply in 2025: Indonesia's Need For an Energy Policy Strategy. *Energy Policy* 2013; 61: 31-41.

Ren J, Sovacool BK. Quantifying, Measuring, and Strategizing Energy Security: Determining the Most Meaningful Dimensions and Metrics. *Energy* 2014; 76: 838-849.

Selvakkumaran S, Limmechokcai B. Energy Security and Co-Benefits of Energy Efficiency Improvement In Three Asian Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2013; 20: 491- 503.

Sovacool BK, Mukherjee I, Drupani IR, D'Agustino AL. Evaluating Energy Security Performance From 1990 to 2010 For Eighteen Countries. *Energy* 2011; 32: 5846-5843.

Sovacool BK, Saunders H. Competing Policy Packages and the Complexity of Energy Security. *Energy* 2014; 67: 641-651.